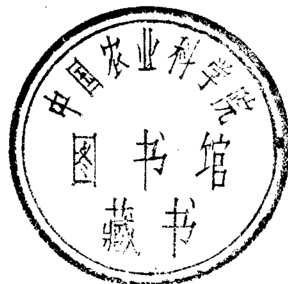
125187



中国农业百科全书

农作物卷

上



农 业 出 版 社
北 京
1991年4月

中国农业百科全书

农作物卷(上、下)

中国农业百科全书总编辑委员会农作物卷编辑委员会

中国农业百科全书编辑部编

农业出版社出版(北京农展馆北路)

新华书店北京发行所发行　上海中华印刷厂印刷

787×1092毫米　16开本　65印张　彩图插页4.5印张　2250千字

1991年4月第1版　1991年4月上海第1次印刷

ISBN 7-109-01640-4/S·1092　　定价：85.00元

125188

R
S-61
LRL



中国农业百科全书

农作物卷

下

N73910



农业出版社
北京
1991年4月

S5

中国农业百科全书编辑出版领导小组

主　　任　何　康

副 主 任　（按姓氏笔画顺序）

王发武　卢良恕　丛子明　刘瑞龙　刘锡庚
许力以　李　本　张季农　武少文　姜椿芳
常紫钟　梁昌武　薛伟民

中国农业百科全书总编辑委员会

主　　任　何　康　刘瑞龙

常务副主任　卢良恕

副 主 任　（按姓氏笔画顺序）

王发武　石　山　朱元鼎　刘锡庚　杨显东
李友久　沈其益　张含英　金善宝　郑　重
郑万钧　郝中士　俞大绂　徐元泉　陶鼎来
程纯枢　程绍迥　蔡子伟

委　　员　（按姓氏笔画顺序）

马大浦　马世骏　马德风　王　凯　王万钧　王发武
王金陵　王泽农　王耕今　王镇恒　方中达　方悴农
毛达如　石　山　卢良恕　丛子明　丛明善　冯　寅
冯秀藻　孙　羲　吕　平　任继周　朱元鼎　朱弦复
朱则民　朱明凯　朱祖祥　朱莲青　刘志澄　刘瑞龙
刘锡庚　刘德润　许力以　许振英　华国柱　邱式邦
庄巧生　齐兆生　严　恺　何　康　汪菊渊　陆星垣
陈　道　陈华癸　陈陆圻　陈延熙　陈俊愉　陈恩凤
陈凌风　陈幼春　杨立炯　杨守仁　杨显东　李友久
李长年　李庆逵　李连捷　李竞雄　李曙轩　吴中伦
吴福桢　沈　隽　沈其益　佘大奴　张光斗　张仲威
张含英　张季农　张季高　武少文　罗玉川　金常政
金善宝　周明牂　郑　重　郑万钧　郑丕留　郝中士
赵洪璋　赵善欢　胡祥壁　胡道静　侯光炯　侯学煜
俞大绂　饶　兴　娄成后　贺修寅　费鸿年　袁隆平
徐元泉　徐冠仁　殷宏章　高一陵　陶鼎来　陶岳嵩
黄宗道　常紫钟　梁昌武　梁家勉　韩熹莱　舒代新
蒋次升　程纯枢　程绍迥　曾德超　游修龄　谢　华
蒲富慎　裘维蕃　鲍文奎　蔡　旭　蔡子伟　蔡盛林
管致和　臧成耀　樊庆笙　薛伟民　瞿自明

农作物卷编辑委员会

主　　任　金善宝

第一副主任　庄巧生

副 主 任　李竞雄　黄佩民　卢良恕　杨守仁

委　　员　**（按姓氏笔画顺序）**

丁寿康　卜慕华　马育华　王世之　王连铮　王金陵　王恒立
卢良恕　卢浩然　冯玉麟　米景九　过益先　孙大容　刘大钧
刘后利　刘巽浩　刘毓湘　许运天　庄巧生　向瑞春　伍先知
杜振华　杨立炯　杨守仁　杨运生　杨作民　杨洪祖　李公德
李宗道　李奇真　李竞雄　李景华　吴兆苏　吴灼年　吴景锋
闵绍楷　沙征贵　沈学年　沈锦骅　张子金　张必泰　张锦熙
陈宗源　陈家驹　陈瑞泰　陈鸿佑　林世成　林季周　金善宝
周可涌　周承钥　季道藩　郑丕尧　郑长庚　郑卓杰　范　濂
郎续纲　洪其琨　洪　恂　赵灿文　赵洪璋　赵德芳　俞履圻
祖德明　娄希祉　骆启章　莫惠栋　袁隆平　高麟溢　徐冠仁
梅籍芳　黄水光　黄宗道　黄佩民　黄耀祥　黄滋康　盛家廉
覃民权　董玉琛　程剑萍　焦　彬　曾道孝　鲍文奎　路茜玉
蔡　旭　熊德邵　谭炳杰　潘延庆　潘家驹　薛德榕　戴松恩

各分支编写组主编、副主编、主编助理

分支		主编		姓名			
概论	主编	卜慕华	副主编	黄佩民	陈宗源		
			主编助理	谢毓男			
遗传育种	主编	蔡旭	副主编	杨作民	董玉琛		
			主编助理	陈孝	郑祥和		
耕作栽培	主编	郑丕尧	副主编	张锦熙	刘巽浩		
			主编助理	曹广才			
田间试验统计分析	主编	马育华	副主编	王恒立	莫惠栋		
农产品加工	主编	向瑞春	副主编	路茜玉			
			主编助理	程觉民			
水稻	主编	杨守仁	副主编	林世成	闵绍楷		
			主编助理	蓝泰源	方宪章	冯光明	
麦类作物	主编	梅籍芳	副主编	曾道孝	赵德芳		
			主编助理	陈孝	郑殿升		
玉米	主编	李竞雄	副主编	郑长庚			
			主编助理	吴景锋			
小谷类作物	主编	李公德	副主编	陈家驹			
			主编助理	魏仰浩			
豆类作物	主编	王金陵	副主编	王连铮	郑卓杰		
			主编助理	常汝镇			
薯类作物	主编	杨洪祖	副主编	盛家廉	张必泰		
			主编助理	滕宗璠			
棉花	主编	季道藩	副主编	潘家驹			
			主编助理	汪若海	蒋国柱		
麻类作物	主编	卢浩然	副主编	郎续纲			
			主编助理	孙家曾	郑云雨		
糖料作物	主编	周可涌	副主编	冯玉麟			
			主编助理	蔡葆	陈如凯	谢仙环	江鹤基
油料作物	主编	刘后利	副主编	孙大容			
			主编助理	高永同			
烟草	主编	陈瑞泰	副主编	洪其琨	骆启章		
			主编助理	宋承鉴			
绿肥牧草作物	主编	焦彬	副主编	熊德邵	杨运生		
药用作物	主编	谭炳杰	副主编	洪恂			
			主编助理	陈瑛	程惠珍		
热带作物	主编	黄宗道	副主编	潘延庆	赵灿文		

前　言

《中国农业百科全书》是一部荟萃中外古今农业科学知识的大型工具书。

中国农业历史悠久，农业科学知识的积累源远流长。中国历代刊行的许多农学著作是中华民族文化宝库的重要组成部分。北魏贾思勰的《齐民要术》，明代徐光启的《农政全书》，被誉为中国古代的农业百科全书，至今为国内外学者所珍视。到了现代，由于科学技术突飞猛进，农业生产迅速发展，农业科学已发展成为多学科构成的综合体系。面向现代化，面向世界，编纂出版具有现代意义的《中国农业百科全书》，把农业各学科的知识准确而简明地提供给读者，是学术界和广大读者的共同愿望。

中国农村经济已在向专业化、商品化、现代化转变。现代农业的基本特点，是广泛地运用先进的科学技术和经营管理方法，以加速农业的全面发展。为了逐步实现农业现代化，需要加速发展农业科学研究和教育事业，培养众多的农业科学技术人才，向广大农民普及农业科学技术知识；需要运用现代农业科学原理，整理历代农学遗产，总结农业生产实践经验；需要吸收和引进国外先进的科学技术。因此，编撰出版一部全面而扼要地介绍人类现有农业科学技术知识的大型工具书，是建设社会主义现代化农业的迫切需要。

1980年初，国家农业委员会决定编撰出版《中国农业百科全书》，开始进行筹备工作；1981年6月成立了编撰出版领导小组和总编辑委员会，负责领导和指导编撰出版工作，并责成农业出版社设立中国农业百科全书编辑部，从事具体工作。1982年，国家农业委员会撤销后，全书编撰出版工作由农牧渔业部主管，与林业部、水利电力部、机械工业部、国家气象局等有关部局协作，保证了工作的顺利进行。

编撰《中国农业百科全书》，以马克思主义、毛泽东思想为指导，以农业各学科的知识体系为基础，组织农业科学界和有关部门的专业工作者进行撰稿、审稿；发扬学术民主，坚持实事求是的科学态度，讲求书稿质量，贯彻百科体例，使其具有中国特色和风格。

《中国农业百科全书》以汇总农、林、牧、渔各业自然再生产和经济再生产的知识为基本内容，在概述基础理论的同时，重视应用技术的介绍，具有一定的专业深度和实用性。它的主要读者是农业科学技术工作者、农业大专院校师生、具有高中

或相当高中文化程度以上的农业干部和农民。这部专业性百科全书，以条目的形式介绍知识和提供相应的资料，每个条目是一个独立的知识主题；不仅具有一般工具书检索方便、查阅容易的特点，而且由浅入深地介绍知识，有助于读者向知识的深度和广度探索。

《中国农业百科全书》以农业各学科的知识体系为基础设卷，计划出25卷(31册)，按分卷陆续出版；标示卷名，不列卷次，同一学科或专业设两册者，则注明上，下。采取这种设卷方式，便于读者按需要购买，也便于分卷编撰出版。

《中国农业百科全书》的编撰出版，是中国农业科学事业的一项基本建设。在编撰过程中，得到有关高等院校、科研单位及生产部门的大力支持，并得到国家有关领导部门和有关学会的热情关怀、指导，在此谨致诚挚的谢意。编撰这样大型的专业百科全书，我们缺乏经验，书中疏漏之处，恳请读者批评指正，以便再版时修订。

中国农业百科全书编辑部

1984年10月

凡　例

一、全书以农业各学科知识体系为基础设卷。卷由条目组成。

二、条目按条题第一个字的汉语拼音字母顺序排列。第一字同音时，按阴平、阳平、上声、去声的声调顺序排列；第一字同音同调时，按第二字的音、调顺序排列，余类推。条题由拉丁字母、俄文字母、希腊字母或数码开头的，排在末尾。

三、绝大多数条题后附有对应的英文。

四、各卷正文前设本卷条目的分类目录，供读者了解内容全貌或查阅一个分支或一个大主题的有关条目之用。为了保持学科或分支学科体系的完整并便于检索，有些条目可能在几个分类标题下出现。

五、有些条目的释文后附有参考书目，供读者选读。

六、一个条目的内容涉及到其他条目，需由其他条目释文补充的，采用“参见”方式。所参见的条题在本释文中出现的，用黑体字排印。所参见条题未在本条释文中出现的，另加“见”字标出。

七、条目释文中出现的外国人名、地名、外国组织机构名，一般用汉语译名，后附原文。

八、一部分条目在释文中配有必要的插图。彩色图片按内容分类编成若干帖插页，顺序插入卷中。

九、正文书眉标明双码页第一个条目及单码页最后一个条目第一个字的汉语拼音和汉字。

十、各卷正文后均附该卷全部条目的汉字笔画索引、外文索引和内容索引。

十一、本书所用科学技术名词以各学科有关部门审定的为准，未经审定或尚未统一的，从习惯。地名以中国地名委员会审定的为准，常见的别名必要时加括号注出。

中国农业百科全书编务委员会

总 编 辑 蔡盛林
副总编辑 陶岳嵩 舒代新
委 员（按姓氏笔画顺序）
石 础 申 非 吕 平 陈岳书 宛秀兰
姜 伟 莫 容 栗元周 陶岳嵩 萧 镜
舒代新 蔡盛林
顾 问 金常政

农作物卷主要编辑出版人员

责任编辑 宛秀兰 柯金水 张德君 罗立纯
特约编辑（按姓氏笔画顺序）
尹福玉 吴景锋 陈 孝 佟屏亚 娄希祉
曹广才 谢毓男 熊宝山 薛德榕
美术编辑 王世田 邵 伟
图片设计 方喜顺 王静云
特约图片设计 白丽莉
索引编辑 罗立纯 郭永立 吕 静
装帧设计 卫水山 王世田
责任校对 朱丽叶 关培贞
印制顾问 杨顺根 薛利群

目　录

前　言 …… 1
凡　例 …… 3
条目分类目录 …… 1
　附：彩图目录 …… 19
正　文 …… 1～906
　上册（A～R） …… 1～462
　下册（S～Z及外文字头） …… 463～906
索　引
　条目汉字笔画索引 …… 907～917
　条目外文索引 …… 918～929
　内容索引 …… 930～962
附　录
　农作物拉汉名称对照 …… 963～976

条目分类目录

说　明

一、条目分类目录供了解农作物各学科的分支体系，查阅一个分支或一个大的主题的有关条目之用。例如查“数量遗传”，遗传属遗传学基础理论的范围，在“农作物遗传育种”这一分类标题下查到遗传的标题，再在“遗传”标题下查到“数量遗传”在498页。

二、为了学科分类体系的完整，有些条目可能在几个分类标题下出现。例如“小葵子”既列入油料作物，又列入绿肥牧草作物。

〔**农作物总论**〕
农作物……420
农作物学……425
农作物起源与演化……420
中国农作物种植史……840
中国种植业区划……857
〔世界农作物研究机构〕
国际植物遗传资源委员会……218
国际水稻研究所……217
国际玉米小麦改良中心……218
国际热带农业研究所……217
国际半干旱热带地区作物研究所……216
国际干旱地区农业研究中心……216
国际马铃薯中心……217
日本农作物研究机构……461
印度农作物研究机构……722
英国农作物研究机构……724
法国农作物研究机构……149
联邦德国农作物研究机构……311
全苏列宁农业科学院作物研究机构……453
全苏瓦维洛夫植物栽培研究所……453
南斯拉夫诺维萨特大田作物与蔬菜研究所……414
南斯拉夫泽蒙玉米研究所……415
罗马尼亚丰杜良粮食和经济作物研究所……337
美国农作物研究机构……364
〔中国农作物科学研究机构及学术团体〕
中央农业实验所……860
全国稻麦改进所……452
烟叶试验所……684
棉产改进处……367
烟产改进处……678
华南热带作物科学研究院……250
中国水稻研究所……843
中国农业科学院作物品种资源研究所……840
中国农业科学院作物育种栽培研究所……840
中国农业科学院棉花研究所……839
中国农业科学院油料作物研究所……839
中国农业科学院麻类研究所……838
中国农业科学院甜菜研究所……839
中国农业科学院烟草研究所……839
中国农业科学院特产研究所……839
中国医学科学院药用植物资源开发研究所……856
台湾省农业试验所……538
台南棉麻试验分所……538
台湾糖业研究所……538
中华稻作学会……859
中国作物学会……859
中国棉花学会……834
〔从事农作物研究的科学家〕
丁　颖……129
赵连芳……805
金善宝……283
沈宗瀚……474

卢守耕…………………………………… 324
王　绶…………………………………… 572
周拾禄…………………………………… 876
冯泽芳…………………………………… 158
李先闻…………………………………… 310
孙逢吉…………………………………… 537
吴绍骙…………………………………… 577
祖德明…………………………………… 890
戴松恩…………………………………… 93
陈永康…………………………………… 42
梅籍芳…………………………………… 364
程侃声…………………………………… 43
俞启葆…………………………………… 754
奚元龄…………………………………… 580
丁振麟…………………………………… 130
蔡　旭…………………………………… 32
马育华…………………………………… 354
杨守仁…………………………………… 693
李竞雄…………………………………… 310
徐冠仁…………………………………… 657
鲍文奎…………………………………… 18
庄巧生…………………………………… 884
刘后利…………………………………… 321
黄耀祥…………………………………… 263
王金陵…………………………………… 572
赵洪璋…………………………………… 805
刘应祥…………………………………… 322
袁隆平…………………………………… 785
李振声…………………………………… 311
里德利，H．N．……………………… 311
海斯，H．K．………………………… 220
瓦维洛夫，H. И. ……………………… 569
木原　均………………………………… 409
斯普顿格，G．F．…………………… 518
勃劳格，N．E．……………………… 28

〔农作物专著〕

《植物遗传育种学》……………………… 818
《作物育种之原理与实施》……………… 901
《试验统计》……………………………… 485
《田间试验之设计与分析》……………… 549
《食用作物学》…………………………… 482
《中国水稻栽培学》……………………… 843
《中国稻作学》…………………………… 827
《稻作科学技术》………………………… 122
《实用小麦论》…………………………… 481
《中国小麦栽培学》……………………… 850
《中国小麦品种及其系谱》……………… 850
《中国小麦品种志》……………………… 850
《中国玉米栽培学》……………………… 857
《中国谷子栽培学》……………………… 829
《中国谷子品种志》……………………… 829
《中国高粱栽培学》……………………… 829
《中国大豆育种与栽培》………………… 824
《大豆》…………………………………… 59
《中国大豆品种志》……………………… 824
《中国甘薯栽培学》……………………… 827
《马铃薯栽培技术》……………………… 352
《棉作学》………………………………… 403
《中国棉花栽培学》……………………… 834
《中国油菜栽培学》……………………… 856
《油菜的遗传和育种》…………………… 733
《中国花生栽培学》……………………… 831
《中国甘蔗栽培学》……………………… 829
《中国甜菜栽培学》……………………… 848
《中国烟草栽培学》……………………… 856
《中国香料植物栽培与加工》…………… 850
《中国绿肥》……………………………… 831

〔中国出版的农作物期刊〕

《农学报》………………………………… 419
《作物学报》……………………………… 897
《作物杂志》……………………………… 901
《作物品种资源》………………………… 892

〔外国出版的农作物期刊〕

国外作物文摘刊物………………………… 218
《农作物生物学分册》…………………… 425
《育种学杂志》…………………………… 756
《日本作物学会纪事》…………………… 461
《实验农业》……………………………… 481
《大田作物研究》………………………… 92
《作物科学》……………………………… 892
《农艺期刊》……………………………… 420
《美国马铃薯期刊》……………………… 364
《花生科学》……………………………… 246
《植物育种杂志》………………………… 819
《耕作与植物栽培杂志》………………… 208
《加拿大植物科学期刊》………………… 271

《植物育种》…… 819
《选种和良种繁育》…… 661
〔农作物遗传育种〕
种质资源…… 865
品种资源(见种质资源)…… 437
遗传资源(见种质资源)…… 715
基因资源(见种质资源)…… 270
种质资源收集…… 869
品种…… 436
野生亲缘植物…… 707
野生种(见野生亲缘植物)…… 708
种质资源整理…… 870
品种目录(见种质资源整理)…… 436
品种志…… 437
种质资源数据库…… 870
性状鉴定…… 653
生长发育特性鉴定…… 477
抗病性鉴定…… 291
抗虫性鉴定…… 294
抗寒性鉴定…… 295
抗旱性鉴定…… 296
耐湿性鉴定…… 413
耐盐性鉴定…… 413
品质鉴定(见品质育种)…… 434
种质资源保存…… 867
种质库…… 864
种子贮藏生理…… 876
种质创新…… 862
〔遗传学基础〕
遗传…… 712
变异…… 22
突变…… 564
孟德尔定律…… 365
连锁遗传…… 313
数量遗传…… 498
遗传力…… 714
配合力…… 430
遗传相关…… 714
遗传距离…… 713
通径分析…… 562
选择指数…… 661
细胞质遗传…… 582
遗传工程…… 712
基因工程…… 270
基因…… 267
脱氧核糖核酸…… 566
DNA…… 904
遗传因子…… 715
体细胞杂交…… 544
染色体…… 457
染色体组…… 457
基因定位…… 269
染色体图(见基因定位)…… 457
非整倍体…… 156
三体…… 465
单体…… 97
缺体…… 454
端着丝点染色体…… 135
端体(见端着丝点染色体)…… 135
附加系…… 163
代换系…… 93
易位系…… 716
杂种优势…… 800
近亲繁殖…… 285
作物育种…… 899
〔育种途径〕
引种…… 720
选择育种…… 660
杂交育种…… 796
杂交方式…… 795
单交(见杂交方式)…… 96
双交(见杂交方式)…… 500
三交(见杂交方式)…… 463
复合杂交(见杂交方式)…… 162
〔选择方法〕
混合法…… 265
系谱法…… 581
派生系统法…… 429
单粒传…… 96
轮回选择…… 333
群体改良(见轮回选择)…… 456
回交育种…… 263
多系品种…… 143
多倍体育种…… 137
单倍体育种…… 94
半数体育种…… 16

远缘杂交…………………………………… 789
〔杂种优势利用〕
自交系(见玉米自交系)…………… 890
自交不亲和系……………………… 889
雄性不育系………………………… 655
核雄性不育……………………… 225
雄性不育保持系…………………… 654
雄性不育恢复系…………………… 654
化学杀雄…………………………… 250
半同胞交配………………………… 16
同胞交配…………………………… 563
随机交配…………………………… 535
测交……………………………… 39
无融合生殖…………………………… 576
诱变育种……………………………… 753
辐射育种…………………………… 159
物理诱变育种(见诱变育种)……… 578
化学诱变育种……………………… 251
植物组织培养………………………… 819
花粉培养(见植物组织培养)……… 238
〔性状选育〕
抗病育种……………………………… 292
抗虫育种……………………………… 294
抗逆育种……………………………… 297
早熟育种……………………………… 802
矮化育种……………………………… 1
株型育种……………………………… 878
品质育种……………………………… 434
育种程序……………………………… 755
原始材料圃………………………… 287
选种圃……………………………… 661
产量比较试验……………………… 41
区域试验…………………………… 452
生产试验…………………………… 475
加速世代…………………………… 271
良种繁育……………………………… 315
品种区域化………………………… 436
品种审定…………………………… 437
防杂保纯…………………………… 154
提纯复壮…………………………… 543
四自一辅…………………………… 519
四化一供…………………………… 518
种子法……………………………… 872
种子检疫…………………………… 875
种子加工…………………………… 873
种子检验…………………………… 874
种子贮藏…………………………… 876
种子仓库…………………………… 871
种子公司……………………………… 873
田间试验机具………………………… 546
〔农作物耕作栽培〕
生态型………………………………… 475
生态适应性…………………………… 475
光能利用率…………………………… 214
耕作学………………………………… 207
耕作制度……………………………… 208
旱地耕作制………………………… 221
水浇地耕作制……………………… 514
水田耕作制………………………… 514
种植制度……………………………… 861
作物布局…………………………… 891
多熟种植…………………………… 143
复种………………………………… 162
休闲………………………………… 657
撂荒………………………………… 318
二熟制……………………………… 148
水田三熟制………………………… 515
旱地三熟制………………………… 222
间作………………………………… 274
农林间作…………………………… 419
混作………………………………… 266
套作………………………………… 542
茬口………………………………… 39
连作………………………………… 314
轮作………………………………… 335
水旱轮作…………………………… 513
饲料轮作…………………………… 520
粮饲轮作…………………………… 317
草田轮作…………………………… 37
土壤耕作……………………………… 565
基本耕作……………………………… 267
翻耕………………………………… 151
深松耕……………………………… 473
旋耕………………………………… 659
表土耕作…………………………… 23
土壤耕作制…………………………… 566

少耕…… 472
免耕…… 403
坡地土壤耕作…… 440
水田土壤耕作…… 516
养地制度…… 693
作物栽培学…… 901
作物营养器官…… 897
分蘖…… 156
叶龄…… 708
穗分化…… 536
作物生殖器官…… 892
器官同伸关系…… 446
株型…… 877
生长发育…… 476
生育期…… 476
发芽…… 149
休眠…… 657
灌浆…… 213
成熟…… 43
〔作物生长发育〕
营养生长…… 725
生殖生长…… 480
阶段发育…… 280
光周期现象…… 214
光呼吸…… 213
叶面积指数…… 709
干物重…… 165
群体层切法…… 455
生长分析法…… 478
需水量…… 658
需肥量…… 658
积温…… 267
三基点温度…… 463
生长曲线…… 479
作物诊断…… 902
〔作物栽培管理〕
整地…… 808
种子处理…… 871
覆盖…… 163
地膜覆盖…… 124
播种…… 26
种植方式…… 861
种植密度…… 861
育苗…… 755
田间管理…… 546
间苗…… 273
移栽…… 715
蹲苗…… 137
中耕…… 823
杂草防治…… 792
病害防治…… 24
虫害防治…… 44
鼠害防治…… 497、
培土…… 430
施肥…… 480
化学调控…… 251
灌溉…… 212
排水…… 429
催熟…… 53
测产…… 38
收获…… 486
作物产量…… 891
倒伏…… 101
脱粒…… 566
种子干燥…… 872
旱地栽培…… 223
砂田栽培…… 466
节水栽培…… 282
盐碱地栽培…… 684
风蚀地栽培…… 158
高原地区作物栽培…… 205
垄作栽培…… 323
梯田栽培…… 543
畦作栽培…… 446
〔农作物试验设计及统计分析〕
作物试验设计…… 894
试验方案…… 484
设计小区技术…… 486
空白试验…… 301
试验观察记载…… 485
〔试验设计类型〕
完全随机试验设计…… 572
随机区组设计…… 535
拉丁方试验设计…… 304
裂区试验设计…… 320
条区试验设计…… 561

分支式试验设计…………………… 157
混杂试验设计……………………… 266
格子试验设计……………………… 206
正交试验设计……………………… 809
抽样………………………………… 44
缺值估计…………………………… 454
统计分析…………………………… 563
〔趋势度量〕
平均数……………………………… 438
变异数……………………………… 22
无偏估计…………………………… 576
〔理论分布〕
次数分布…………………………… 51
二项分布…………………………… 148
正态分布…………………………… 810
泊松分布…………………………… 440
〔统计推断〕
假设测验…………………………… 273
u 测验……………………………… 905
t 测验……………………………… 904
区间估计…………………………… 451
平均数假设测验…………………… 439
成数假设测验……………………… 43
F 测验……………………………… 904
χ^2测验 ……………………………… 905
非参数测验………………………… 154
方差分析…………………………… 152
线性数学模型……………………… 587
期望均方…………………………… 445
多重比较…………………………… 140
单一自由度的比较………………… 95
协方差分析………………………… 651
相关分析…………………………… 589
线性相关系数……………………… 588
等级相关…………………………… 123
相关比率…………………………… 588
相关指数…………………………… 589
决定系数…………………………… 288
偏相关系数………………………… 433
复相关系数………………………… 162
回归分析…………………………… 263
线性回归…………………………… 587
非线性回归………………………… 155
多元线性回归……………………… 144
标准偏回归系数…………………… 23
逐步回归方法……………………… 878
〔农产品贮藏及加工〕
〔农产品贮藏〕
粮食贮藏…………………………… 315
油籽贮藏…………………………… 750
〔农产品加工〕
稻谷加工…………………………… 107
淀粉生产…………………………… 126
小麦制粉…………………………… 646
玉米加工…………………………… 766
高粱加工…………………………… 198
粟加工……………………………… 528
薯类加工…………………………… 487
油料加工…………………………… 747
大豆制品…………………………… 73
酿酒………………………………… 416
制酱醋……………………………… 820
制糖………………………………… 821
粮食作物………………………… 317
水稻………………………………… 501
野生稻……………………………… 704
栽培稻……………………………… 801
籼稻………………………………… 584
粳稻………………………………… 285
秥稻………………………………… 804
糯稻………………………………… 426
深水稻……………………………… 473
陆稻………………………………… 324
旱稻(见陆稻)……………………… 221
水稻季节生态型…………………… 508
早稻(见水稻季节生态型)………… 802
中稻(见水稻季节生态型)………… 823
晚稻(见水稻季节生态型)………… 572
中国稻作区………………………… 827
稻种资源…………………………… 118
稻的遗传…………………………… 103
水稻育种…………………………… 510
水稻矮化育种……………………… 507
籼粳杂交育种……………………… 585
杂交稻……………………………… 792
中国水稻主要优良品种…………… 843

水稻土…………………………………… 510
冬水田…………………………………… 132
稻田复种方式………………………………… 112
单季稻…………………………………… 96
双季稻…………………………………… 500
连作稻…………………………………… 314
间作稻…………………………………… 275
混作稻…………………………………… 266
再生稻…………………………………… 801
稻麦两熟………………………………… 110
倒种春…………………………………… 102
稻田绿肥………………………………… 113
稻田养萍………………………………… 113
稻田养鱼………………………………… 114
〔水稻栽培技术〕
水育秧…………………………………… 517
湿润育秧………………………………… 480
旱育秧…………………………………… 224
薄膜育秧………………………………… 29
无土育秧………………………………… 576
工厂化育秧……………………………… 209
两段育秧………………………………… 318
烂秧…………………………………… 306
旱直播…………………………………… 224
水直播…………………………………… 517
水稻旱种………………………………… 507
稻田整地………………………………… 117
稻田少耕………………………………… 113
水稻施肥………………………………… 509
沤肥…………………………………… 428
凼肥(见沤肥)…………………………… 101
稻草还田………………………………… 102
插秧…………………………………… 39
小苗带土移栽…………………………… 650
机械插秧………………………………… 270
〔水稻田间管理〕
稻田耘耥………………………………… 114
浅水勤灌………………………………… 447
间歇灌溉………………………………… 274
晒田…………………………………… 467
水稻三黄三黑…………………………… 508
稻作病害………………………………… 119
稻作虫害………………………………… 121
稻田杂草………………………………… 114
寒露风…………………………………… 221
稻米品质………………………………… 111
软米…………………………………… 462
香稻…………………………………… 589
蒸谷米…………………………………… 808
小麦…………………………………… 610
冬小麦(见小麦)………………………… 132
春小麦(见小麦)………………………… 50
中国小麦种植区划……………………… 851
小麦属分类……………………………… 641
一粒小麦………………………………… 710
乌拉尔圆小麦…………………………… 574
辛斯卡娅小麦…………………………… 653
二粒小麦………………………………… 147
圆锥小麦………………………………… 788
硬粒小麦………………………………… 725
东方小麦………………………………… 131
波兰小麦………………………………… 26
波斯小麦………………………………… 27
科尔希二粒小麦………………………… 300
伊斯帕汗小麦…………………………… 711
阿拉拉特小麦…………………………… 1
提莫菲维小麦…………………………… 544
密利提奈小麦…………………………… 366
提莫诺乌姆小麦(见提莫菲维小麦)…………………………… 544
冯吉西杜姆小麦(见提莫菲维小麦)…………………………… 158
茹科夫斯基小麦………………………… 462
斯卑尔脱小麦…………………………… 517
玛卡小麦………………………………… 355
普通小麦………………………………… 443
密穗小麦………………………………… 367
印度圆粒小麦…………………………… 722
瓦维洛夫小麦…………………………… 569
云南小麦………………………………… 791
新疆小麦………………………………… 651
西藏半野生小麦………………………… 580
小麦亲缘植物…………………………… 636
〔小麦育种〕
小麦种质资源…………………………… 648
小麦抗锈育种…………………………… 626

小麦抗赤霉病育种……………………… 625
小麦抗白粉病育种……………………… 624
小麦矮化育种………………………… 616
小麦早熟育种………………………… 645
小麦品质育种………………………… 633
杂种小麦……………………………… 798
杂交小麦(见杂种小麦)……………… 796
小麦显性核不育……………………… 643
小麦非整倍体………………………… 622
中国小麦著名品种……………………… 854
麦田种植制度…………………………… 359
旱地小麦………………………………… 222
稻茬麦…………………………………… 102
麦田耕作………………………………… 356
〔小麦栽培〕
小麦播种……………………………… 620
小麦施肥……………………………… 639
小麦灌溉……………………………… 623
小麦叶龄促控法……………………… 644
小麦病害……………………………… 618
小麦虫害……………………………… 621
麦田杂草……………………………… 357
小麦气象灾害………………………… 635
小麦收获………………………………… 640
小麦种子后熟………………………… 650
小麦种子休眠………………………… 650
小麦穗发芽(见小麦种子后熟)……… 643
小麦品质………………………………… 629
软质小麦(见小麦品质)……………… 462
大麦……………………………………… 81
皮大麦(见大麦)……………………… 433
裸大麦(见大麦)……………………… 388
大麦属分类…………………………… 85
野生大麦…………………………… 702
半野生大麦………………………… 17
青稞………………………………… 449
二棱大麦…………………………… 146
多棱大麦…………………………… 142
大麦种质资源………………………… 90
啤酒大麦…………………………… 431
大麦芽(见啤酒大麦)……………… 87
饲用大麦…………………………… 520
大麦育种……………………………… 87
大麦栽培……………………………… 89
大麦病害…………………………… 84
燕麦……………………………………… 687
莜麦(见燕麦)…………………………… 727
燕麦属分类…………………………… 689
燕麦种质资源………………………… 690
燕麦育种……………………………… 691
燕麦栽培……………………………… 690
黑麦……………………………………… 226
小黑麦…………………………………… 606
六倍体小黑麦(见小黑麦)…………… 322
八倍体小黑麦(见小黑麦)…………… 11
玉米……………………………………… 756
玉米起源……………………………… 773
玉米类型……………………………… 769
硬粒玉米(见玉米类型)…………… 726
马齿玉米(见玉米类型)…………… 340
粉质玉米(见玉米类型)…………… 157
爆裂玉米(见玉米类型)…………… 18
甜玉米(见玉米类型)……………… 561
糯玉米(见玉米类型)……………… 427
有稃玉米(见玉米类型)…………… 753
甜粉玉米(见玉米类型)…………… 560
玉米品种……………………………… 781
玉米遗传学…………………………… 778
玉米配合力测定…………………… 772
花粉直感…………………………… 238
玉米杂交种选育……………………… 780
玉米自交系………………………… 782
二环系(见玉米自交系)…………… 146
单交种……………………………… 96
顶交种……………………………… 130
三交种……………………………… 463
双交种……………………………… 500
综合品种…………………………… 890
复合种……………………………… 162
玉米群体改良………………………… 775
玉米轮回选择……………………… 770
玉米抗病育种………………………… 768
玉米种子生产………………………… 776
雌雄花期不调……………………… 51
玉米不育化制种…………………… 762
玉米雄花不育…………………… 777

玉米恢复系…… 765
玉米隔离区…… 764
春玉米…… 51
夏玉米…… 584
秋玉米…… 451
〔玉米种植方式〕
玉米间作…… 767
玉米套作…… 777
玉米移栽…… 780
〔玉米栽培管理〕
玉米灌溉…… 765
玉米施肥…… 776
玉米收获…… 776
玉米病害…… 760
玉米虫害…… 763
玉米涝害…… 768
秃尖…… 564
空秆…… 302
高赖氨酸玉米…… 191
高油玉米…… 205
青饲和青贮玉米…… 450
玉米的工业利用…… 772
高粱…… 192
高粱类型…… 200
糖高粱…… 540
高粱种质资源…… 204
高粱育种…… 202
杂种高粱…… 797
高粱群体改良…… 200
高粱育性鉴定…… 201
高粱栽培…… 202
再生高粱…… 801
移栽高粱…… 715
高粱病害…… 196
高粱虫害…… 197
高粱低温冷害…… 198
粟(黍)类作物…… 529
粟…… 522
谷子(见粟)…… 211
粟分类…… 528
粟种质资源…… 534
粟育种…… 531
粟杂交技术…… 532
粟二系杂种…… 527
粟栽培…… 532
粟移栽…… 530
沟播种谷法…… 209
冬月种谷法…… 133
粟异地换种…… 530
春谷…… 49
夏谷…… 583
粟病害…… 526
粟虫害…… 527
秕谷…… 19
谷莠子…… 211
黍…… 489
稷(见黍)…… 271
黍品种分类…… 494
双粒黍…… 500
黍种质资源…… 496
野糜子…… 700
黍杂交技术…… 494
黍栽培…… 495
黍病害…… 492
黍虫害…… 493
珍珠粟…… 807
䅟子…… 35
食用稗…… 481
薏苡…… 716
豆类作物…… 133
大豆…… 54
黄豆(见大豆)…… 255
大豆生态类型…… 66
大豆生育期组…… 67
世界各国大豆栽培区划…… 483
大豆根瘤…… 60
大豆根瘤固氮…… 61
〔大豆生理特性〕
大豆光周期性…… 64
大豆光合效率…… 63
大豆结荚习性…… 64
大豆落花落荚…… 66
大豆营养与施肥…… 70
中国大豆品种分类…… 824
春大豆…… 49
夏大豆…… 583

秋大豆…………………………………… 451
冬大豆…………………………………… 132
毛豆……………………………………… 361
田埂豆…………………………………… 546
小黑豆…………………………………… 606
大青豆…………………………………… 91
秣食豆…………………………………… 405
泥豆……………………………………… 415
禾根豆…………………………………… 226
大豆种质资源………………………… 76
野生大豆……………………………… 701
大豆质量遗传………………………… 72
大豆数量遗传………………………… 68
大豆育种……………………………… 71
大豆抗病育种………………………… 65
大豆抗虫育种………………………… 65
大豆引种……………………………… 69
大豆栽培……………………………… 62
大豆根外追肥………………………… 62
大豆灌溉……………………………… 62
大豆生长调节剂……………………… 68
大豆翻秋……………………………… 60
大豆病害……………………………… 59
大豆虫害……………………………… 60
大豆杂草……………………………… 62
大豆品质……………………………… 66
豆油……………………………………… 134
豆粕……………………………………… 134
食用豆类………………………………… 482
蚕豆……………………………………… 33
豌豆……………………………………… 569
绿豆……………………………………… 325
小豆……………………………………… 605
红小豆(见小豆)……………………… 233
豇豆……………………………………… 278
饭豆……………………………………… 151
普通菜豆………………………………… 442
多花菜豆………………………………… 141
利马豆…………………………………… 312
荷苞豆(见利马豆)…………………… 226
四棱豆…………………………………… 518
翼豆(见四棱豆)……………………… 717
小扁豆…………………………………… 604
鹰嘴豆…………………………………… 723
木豆……………………………………… 406
黎豆……………………………………… 308
〔薯类作物〕
甘薯……………………………………… 166
甘薯种质资源………………………… 176
甘薯育种……………………………… 173
甘薯不亲和性………………………… 170
甘薯诱导开花………………………… 172
甘薯芽变……………………………… 172
甘薯良种繁育………………………… 172
中国甘薯种植区……………………… 827
春薯……………………………………… 50
夏薯……………………………………… 584
秋薯……………………………………… 451
冬薯……………………………………… 132
甘薯栽培……………………………… 175
甘薯育苗……………………………… 172
甘薯翻蔓……………………………… 171
甘薯病害……………………………… 169
甘薯虫害……………………………… 170
甘薯贮藏……………………………… 177
甘薯高温愈合处理…………………… 172
马铃薯…………………………………… 340
马铃薯种分类………………………… 346
马铃薯种质资源……………………… 353
马铃薯育种…………………………… 349
马铃薯良种繁育……………………… 348
马铃薯退化…………………………… 348
中国马铃薯区划……………………… 832
马铃薯栽培…………………………… 351
马铃薯的次生………………………… 345
马铃薯休眠…………………………… 349
马铃薯病害…………………………… 343
马铃薯虫害…………………………… 345
马铃薯贮藏…………………………… 353
木薯……………………………………… 407
〔其他食用作物〕
荞麦……………………………………… 448
藜谷……………………………………… 309
苋……………………………………… 586
腰果……………………………………… 693
经济作物…………………………………… 285

〔纤维作物〕
棉花…… 368
棉铃…… 390
子棉(见棉花)…… 889
棉子…… 402
棉子油…… 403
棉酚…… 367
中国棉区…… 834
棉属分类…… 391
草棉…… 36
非洲棉(见草棉)…… 156
亚洲棉…… 666
陆地棉…… 325
海岛棉…… 220
埃及棉(见海岛棉)…… 3
棉花种质资源…… 390
棉花遗传…… 382
棉花育种…… 386
棉纤维品质育种…… 400
棉花抗病育种…… 379
棉花抗虫育种…… 379
棉子品质育种…… 407
棉花杂种优势利用…… 387
棉花推广品种…… 381
棉花良种繁育…… 381
〔棉花生理特性〕
蕾铃脱落…… 307
棉田种植制度…… 396
旱地植棉…… 224
盐碱地植棉…… 685
地膜覆盖植棉…… 125
棉田种植绿肥…… 395
〔棉花栽培技术〕
棉花播种…… 375
棉花营养钵育苗移栽…… 385
棉花种植密度…… 389
〔棉田管理〕
看苗诊断…… 290
棉田肥水管理…… 393
棉田中耕…… 394
棉花整枝…… 388
棉株徒长…… 401
棉花病害…… 374
棉花虫害…… 376
烂铃…… 305
棉花机械化栽培…… 377
棉花采收…… 376
轧花…… 666
棉纤维…… 397
皮棉(见轧花)…… 433
原棉(见原棉消费和贸易)…… 285
衣分(见棉纤维)…… 710
棉纤维检验…… 398
原棉消费和贸易…… 285
《御题棉花图》…… 784
麻类作物…… 339
麻纤维…… 339
韧皮纤维(见麻纤维)…… 461
叶纤维(见麻纤维)…… 709
沤麻…… 428
剥麻机…… 28
洗麻机…… 580
南麻北植…… 414
苎麻…… 878
苎麻纤维…… 882
苎麻种质资源…… 883
〔苎麻繁殖〕
苎麻无性繁殖…… 882
苎麻种子繁殖…… 884
苎麻栽培…… 883
苎麻病害…… 881
苎麻虫害…… 881
苎麻收获…… 881
苎麻综合利用…… 884
红麻…… 229
红麻种质资源…… 232
〔红麻育种〕
红麻抗炭疽病育种…… 231
〔红麻繁殖〕
红麻短光照制种…… 230
红麻栽培…… 231
红麻病害…… 230
红麻虫害…… 230
红麻沤麻(见沤麻)…… 231
红麻综合利用…… 232
黄麻…… 256

黄麻纤维……259
黄麻种质资源……261
黄麻繁殖……259
黄麻栽培……260
稻底麻……106
黄麻病害……258
黄麻虫害……258
大麻……78
大麻种质资源……81
大麻栽培……80
大麻病害……79
大麻虫害……80
大麻沤麻(见沤麻)……80
亚麻……663
亚麻纤维……664
亚麻种质资源……665
亚麻栽培……665
亚麻病害……663
亚麻虫害……663
亚麻温水沤麻……664
青麻(见苘麻)……450
苘麻……450
玫瑰麻……364
罗布麻……335
剑麻……275
灰叶剑麻……265
马盖麻……340
番麻……150
假菠萝麻……273
蕉麻……229
龙舌兰杂种第11648号……322
〔其它纤维作物〕
芦苇……323
荻……123
香蒲……591
灯心草……123
短叶茳芏……136
蒲草……441
构树……210
〔糖料作物〕
甘蔗……178
糖蔗……541
甘蔗种质资源……190
甘蔗育种……186
甘蔗良种加速繁殖……185
甘蔗栽培制度……189
新植蔗……652
宿根蔗……522
甘蔗测产……183
甘蔗收获……186
蔗种贮藏……806
甘蔗病害……182
甘蔗虫害……184
甘蔗综合利用……191
果蔗……219
甜菜……550
甜菜块根……554
中国甜菜种植区……848
甜菜综合利用……559
甜菜育种……557
多倍体甜菜育种……137
单粒种甜菜育种……97
甜菜良种繁育……555
甜菜栽培……558
甜菜地膜覆盖栽培……553
甜菜纸筒育苗……559
甜菜病害……552
甜菜虫害……552
甜菜块根收获……555
甜叶菊……560
糖枫……539
神秘果……474
夜乐果……708
西非竹芋……579
糖棕……541
椰枣……697
〔嗜好作物〕
烟草……667
烟草类型……672
烤烟……299
晒烟(见中国名晒烟)……468
中国名晒烟……836
晾烟……318
白肋烟……13
香料烟……590
黄花烟……255

马合烟(见黄花烟)…………………… 340
烟叶…………………………………………… 679
烟叶品质………………………………… 683
烟气………………………………………… 678
尼古丁……………………………………… 415
烟碱(见尼古丁)………………………… 678
烟叶分级………………………………… 671
〔烟草育种〕
烟草抗病育种…………………………… 672
烟草单倍体育种………………………… 671
烟草杂种优势利用……………………… 676
多叶烟……………………………………… 144
烟草良种繁育…………………………… 673
〔烟草种植制度〕
春烟………………………………………… 50
夏烟………………………………………… 584
秋烟(见烟草移栽)……………………… 451
冬烟………………………………………… 132
〔烟草栽培技术〕
烟田土壤………………………………… 678
烟草育苗………………………………… 675
烟草移栽………………………………… 675
烟草施肥………………………………… 674
烟草中耕培土…………………………… 677
打顶抹杈………………………………… 54
烟草早花………………………………… 677
烟草底烘………………………………… 672
烟叶采收………………………………… 680
烟草病害………………………………… 669
烟草虫害………………………………… 670
烟叶烘烤………………………………… 682
烤烟房……………………………………… 299
烟草制品………………………………… 677
油料作物………………………………… 748
油菜………………………………………… 727
油菜类型………………………………… 735
白菜型油菜……………………………… 12
芥菜型油菜……………………………… 282
甘蓝型油菜……………………………… 166
油菜种质资源…………………………… 744
油菜育种………………………………… 740
油菜品质育种…………………………… 736
油菜低芥酸育种………………………… 734
油菜低硫代葡萄糖甙育种……………… 734
油菜低芥酸和低硫代葡萄糖甙育种………………………………………… 733
油菜杂种优势利用……………………… 742
油菜原种生产…………………………… 741
〔油菜生理特性〕
油菜温光反应…………………………… 738
油菜种植制度…………………………… 744
春油菜……………………………………… 51
冬油菜……………………………………… 132
油菜栽培………………………………… 472
油菜育苗移栽…………………………… 739
油菜冬壮春发…………………………… 735
油菜薹肥………………………………… 737
油菜冻害………………………………… 734
油菜荫角………………………………… 739
油菜萎缩不实症………………………… 737
油菜病害………………………………… 731
油菜虫害………………………………… 732
油菜籽……………………………………… 746
油菜籽贮藏……………………………… 747
菜油………………………………………… 32
菜籽饼……………………………………… 32
花生………………………………………… 239
中国花生区划…………………………… 830
春花生……………………………………… 49
夏花生……………………………………… 583
秋花生……………………………………… 451
冬花生……………………………………… 132
花生种质资源…………………………… 248
花生的分类……………………………… 244
普通型花生……………………………… 444
龙生型花生……………………………… 322
珍珠豆型花生…………………………… 807
多粒型花生……………………………… 143
野生花生的利用………………………… 706
花生育种………………………………… 249
花生良种繁育…………………………… 246
花生栽培………………………………… 247
花生地膜覆盖栽培……………………… 245
花生地下结实…………………………… 246
花生需钙特性…………………………… 247
花生根瘤菌剂…………………………… 246

花生病害……………………………… 242
花生虫害……………………………… 243
花生收获……………………………… 246
花生油……………………………… 247
芝麻……………………………… 811
芝麻的分类……………………………… 814
芝麻种质资源……………………………… 817
芝麻育种……………………………… 815
芝麻的种植制度……………………………… 815
芝麻栽培……………………………… 816
芝麻渍害……………………………… 817
芝麻病害……………………………… 813
芝麻虫害……………………………… 814
芝麻油……………………………… 815
向日葵……………………………… 592
向日葵种质资源……………………………… 599
向日葵育种……………………………… 596
向日葵杂种优势利用……………………………… 598
向日葵原种生产……………………………… 597
向日葵杂交制种……………………………… 598
向日葵种植制度……………………………… 600
向日葵栽培……………………………… 598
向日葵盐碱地栽培……………………………… 595
向日葵授粉……………………………… 595
向日葵病害……………………………… 594
列当……………………………… 319
向日葵虫害……………………………… 595
向日葵油……………………………… 596
向日葵综合利用……………………………… 600
胡麻……………………………… 236
红花……………………………… 228
蓖麻……………………………… 20
小葵子……………………………… 609
荏……………………………… 460
蓝花子……………………………… 305
油莎草……………………………… 749
油渣果……………………………… 749
椰子……………………………… 697
油棕……………………………… 751
〔香料作物〕
啤酒花……………………………… 432
留兰香……………………………… 322
薰衣草……………………………… 662
香叶天竺葵……………………………… 592
茉莉……………………………… 404
蔷薇……………………………… 447
罗勒……………………………… 337
丁香罗勒(见罗勒)……………………………… 129
丁香……………………………… 129
香茅……………………………… 590
依兰香……………………………… 710
〔饮料作物〕
咖啡……………………………… 289
可可……………………………… 300
可拉……………………………… 301
产胶作物……………………………… 40
巴西橡胶……………………………… 5
橡胶(见巴西橡胶)……………………………… 601
橡胶加工……………………………… 601
银胶菊……………………………… 719
〔香辛作物〕
八角回香……………………………… 11
胡椒……………………………… 235
染料作物
蓝……………………………… 304
茜草……………………………… 447
药用作物……………………………… 695
〔根及根茎类〕
人参……………………………… 458
广木香(见云木香)……………………………… 216
三七……………………………… 464
大黄……………………………… 77
山药(见薯蓣)……………………………… 469
川贝母……………………………… 46
川牛膝……………………………… 46
川乌(见乌头)……………………………… 47
川芎……………………………… 47
天花粉(见栝楼)……………………………… 545
天麻……………………………… 545
元胡(见延胡索)……………………………… 785
云木香……………………………… 790
太子参……………………………… 538
牛膝(见怀牛膝)……………………………… 419
丹参……………………………… 99
乌头……………………………… 574
巴戟天……………………………… 10

玉竹…………………………………………… 783
平贝母…………………………………………… 438
北沙参(见珊瑚菜)…………………………… 19
甘草…………………………………………… 165
田七(见三七)………………………………… 550
白术…………………………………………… 14
白芍(见芍药)………………………………… 14
白芷…………………………………………… 15
玄参…………………………………………… 659
玄胡(见延胡索)……………………………… 659
半夏…………………………………………… 17
地黄(见怀庆地黄)…………………………… 124
芍药…………………………………………… 471
西洋参…………………………………………… 579
当归…………………………………………… 99
伊贝母…………………………………………… 711
延胡索…………………………………………… 686
麦冬…………………………………………… 355
花旗参(见西洋参)…………………………… 239
赤芍(见芍药)………………………………… 44
怀牛膝…………………………………………… 253
怀庆地黄…………………………………………… 253
附子(见乌头)………………………………… 164
板兰根(见菘蓝)……………………………… 16
刺五加…………………………………………… 52
郁金…………………………………………… 784
味连(见黄连)………………………………… 574
明党参…………………………………………… 404
知母…………………………………………… 818
泽泻…………………………………………… 803
珊瑚菜…………………………………………… 470
洋参(见西洋参)……………………………… 693
姜…………………………………………… 277
姜黄(见郁金)………………………………… 278
孩儿参(见太子参)…………………………… 221
桔梗…………………………………………… 281
莪术(见郁金)………………………………… 146
柴胡…………………………………………… 40
党参…………………………………………… 100
射干…………………………………………… 472
浙贝母…………………………………………… 805
菘蓝…………………………………………… 521
黄芩…………………………………………… 262
黄芪…………………………………………… 261
黄连…………………………………………… 256
萝芙木…………………………………………… 338
雅连(见黄连)………………………………… 663
紫菀…………………………………………… 887
蒙古黄芪(见黄芪)…………………………… 365
膜荚黄芪(见黄芪)…………………………… 404
薯蓣…………………………………………… 489
〔果实及种子类〕
山茱萸…………………………………………… 470
木瓜(见贴梗木瓜)…………………………… 407
五味子…………………………………………… 578
水飞蓟…………………………………………… 511
爪哇白豆蔻…………………………………………… 804
宁夏枸杞…………………………………………… 418
瓜蒌(见栝楼)………………………………… 212
补骨脂…………………………………………… 30
罗汉果…………………………………………… 336
使君子…………………………………………… 482
乳蓟子(见水飞蓟)…………………………… 462
春砂仁…………………………………………… 49
厚朴…………………………………………… 233
胡芦巴…………………………………………… 236
枸杞(见宁夏枸杞)…………………………… 210
砂仁(见春砂仁)……………………………… 466
贴梗木瓜…………………………………………… 562
栝楼…………………………………………… 211
槟榔…………………………………………… 25
〔叶类〕
大青叶(见菘蓝)……………………………… 91
毛地黄(见毛花洋地黄)……………………… 361
毛花洋地黄…………………………………………… 361
古柯…………………………………………… 211
狭叶洋地黄(见毛花洋地黄)………………… 583
狭叶番泻树…………………………………………… 582
洋地黄(见毛花洋地黄)……………………… 693
番泻叶(见狭叶番泻树)……………………… 150
〔花类〕
丁香…………………………………………… 129
白花曼陀罗…………………………………………… 12
忍冬(见金银花)……………………………… 461
金银花…………………………………………… 283
洋金花(见白花曼陀罗)……………………… 693

除虫菊…………………………………… 45
菊花…………………………………… 286
款冬…………………………………… 303
番红花…………………………………… 149
藏红花(见番红花)…………………… 801
〔全草类〕
一见喜(见穿心莲)…………………… 710
广藿香…………………………………… 215
东北细辛………………………………… 130
辽细辛(见东北细辛)………………… 318
地瓜儿苗………………………………… 124
泽兰(见地瓜儿苗)…………………… 803
细辛(见东北细辛)…………………… 582
荆芥…………………………………… 285
穿心莲…………………………………… 48
紫苏…………………………………… 886
榄核莲(见穿心莲)…………………… 305
颠茄…………………………………… 126
薄荷…………………………………… 29
〔皮类〕
丹皮(见牡丹)………………………… 99
地骨皮(见宁夏枸杞)………………… 124
列氏金鸡纳树…………………………… 319
肉桂…………………………………… 461
杜仲…………………………………… 134
牡丹…………………………………… 405
金鸡纳(见列氏金鸡纳树)…………… 283
秘鲁香…………………………………… 19
黄柏…………………………………… 254
黄檗(见黄柏)………………………… 255
〔树脂及乳汁类〕
儿茶…………………………………… 146
安息香…………………………………… 3
阿片(见罂粟)………………………… 1
鸦片(见罂粟)………………………… 663
罂粟…………………………………… 725
〔真菌类〕
白木耳(见银耳)……………………… 13
灵芝…………………………………… 321
茯苓…………………………………… 161
银耳…………………………………… 717
鱼藤…………………………………… 754
〔绿肥牧草作物〕
绿肥作物………………………………… 328
中国绿肥区划…………………………… 831
绿肥作物种植方式……………………… 331
绿肥播种………………………………… 327
绿肥翻压………………………………… 327
绿肥腐解………………………………… 328
牧草作物………………………………… 411
牧草播种………………………………… 409
硬籽…………………………………… 726
牧草收获与加工调剂…………………… 410
牧草绿肥作物种子生产………………… 410
〔豆科绿肥牧草作物〕
合萌…………………………………… 226
紫穗槐…………………………………… 887
鹰嘴紫云英……………………………… 724
沙打旺…………………………………… 467
紫云英…………………………………… 888
锦鸡儿…………………………………… 284
田菁…………………………………… 549
三叶草…………………………………… 466
杂三叶…………………………………… 797
绛三叶…………………………………… 279
埃及三叶………………………………… 3
地三叶…………………………………… 125
草梅三叶………………………………… 36
波斯三叶………………………………… 27
野火球…………………………………… 700
红三叶…………………………………… 233
白三叶…………………………………… 13
香豆子…………………………………… 589
山野豌豆………………………………… 469
蓝花苕子………………………………… 304
箭筈豌豆………………………………… 277
毛叶苕子………………………………… 363
光叶苕子………………………………… 214
乌豇豆…………………………………… 574
多变小冠花……………………………… 138
柽麻…………………………………… 42
大叶猪屎豆……………………………… 92
蒙古岩黄芪……………………………… 365
铺地木蓝………………………………… 441
鸡眼草…………………………………… 271
山黧豆…………………………………… 468

胡枝子…… 238
百脉根…… 16
羽扇豆…… 755
苜蓿属…… 412
黄花苜蓿…… 255
金花菜…… 282
紫花苜蓿…… 885
草木樨…… 36
红豆草…… 227
扁蓄豆…… 21
葛藤…… 207
印度豇豆…… 722
大翼豆…… 92
大结豆…… 78
笔花豆…… 19
矮笔花豆…… 1
链荚豆…… 315
白花灰叶豆…… 12
威地大豆…… 573
〔禾本科绿肥牧草作物〕
冰草…… 24
小糠草…… 609
羊草…… 692
高燕麦草…… 204
扁穗雀麦…… 22
无芒雀麦…… 575
狗牙根…… 210
鸡脚草…… 271
披碱草…… 430
俄罗斯新麦草…… 146
偃麦草…… 687
老芒麦…… 306
知风草…… 818
苇状羊茅…… 573
牛尾草…… 419
羊茅…… 692
紫羊茅…… 888
扁穗牛鞭草…… 21
野大麦…… 700
多花黑麦草…… 142
多年生黑麦草…… 143
水生蔛草…… 514
草芦…… 35
早熟禾…… 802
朝鲜碱茅…… 42
碱茅…… 275
纤毛鹅观草…… 585
蒋森草…… 279
拟高粱…… 415
苏丹草…… 521
猫尾草…… 361
象草…… 601
危地马拉草…… 573
大黍…… 91
糖蜜草…… 541
地毯草…… 126
毛花雀稗…… 361
宽叶雀稗…… 302
非洲狗尾草…… 156
隐花狼尾草…… 721
旗草…… 445
巴拉草…… 5
盖氏虎尾草…… 165
类蜀黍…… 308
绿黍…… 332
大米草…… 91
〔其他绿肥牧草作物〕
芜菁…… 576
肥田萝卜…… 156
芜菁甘蓝…… 577
小葵子…… 609
苦荬菜…… 302
串叶松香草…… 48
肿柄菊…… 860
山菠菜…… 468
叶用甜菜…… 709
聚合草…… 287
伏地肤…… 161
水花生…… 513
苋…… 586
水葫芦…… 513
水浮莲…… 512
满江红…… 359
银合欢…… 718
佛手瓜…… 159
〔覆盖作物〕

三裂叶葛藤…………………………………… 463
蝴蝶豆………………………………………… 234
毛蔓豆………………………………………… 361
卵叶山绿豆…………………………………… 333
银叶山绿豆…………………………………… 720
绿叶山绿豆…………………………………… 332

附：彩图目录

1. 绿色的农田……1
2. 水田春早……1
3. 美丽的西藏高原牧场……2
4. 辽阔的内蒙古草原……2
5. 富饶的新疆牧场……3
6. 黄土高原上的梯田……4
7. 东北地区肥沃的黑土……4
8. 西藏高原的青稞……5
9. 西南地区的水稻梯田……5
10. 海南省的橡胶园……6
11. 热带作物剑麻……6
12. 亚热带地区的甘蔗园……7
13. 西双版纳热带植物园……7
14. 华北平原的棉田……8
15. 一望无际的油菜田……8
16. 河姆渡遗址中出土的稻谷……9
17. 西安半坡遗址的陶钵（底部麻纹证明公元前4000～前3000年就已利用大麻纤维）……9
18. 甘肃东乡马家窑遗址中的黍……9
19. 新疆巴楚脱库孜萨来出土的棉花及棉籽……9
20. 新疆尼亚出土的印花棉布是中国现知最早的棉织物……9
21. 浙江钱山漾出土的稻谷……9
22. 深耕灭茬……10
23. 播前施肥犁地……10
24. 耕耙……10
25. 工人收获棉花……11
26. 双季稻两熟制……11
27. 旱粮间作……12
28. 油菜棉花套作……12
29. 套种地上使用地膜……13
30. 椰园间种的爪哇葛藤……13
31. 玉米草木樨套种……13
32. 引水灌溉……14
33. 地膜覆盖栽培……15
34. 大面积的地膜覆盖……15
35. 手扶拖拉机耕耙……16
36. 机械中耕……16
37. 机械播种……16
38. 机械喷灌……17
39. 机械喷药……17
40. 飞机播种牧草……18
41. 飞机喷撒农药……18
42. 机械收获……19
43. 联合收割机……19
44. 杂交稻威优35号……20
45. 杂交稻不育化制种……20
46. 化学杀雄……20
47. 水稻不育系……21
48. 水稻恢复系……21
49. 水稻保持系……21
50. 江南大面积的杂交稻田……22
51. 玉米杂交种种植田……22
52. 玉米雄花不育株……22
玉米雄花可育株……22
53. 小麦育种试验田……23
54. 油菜育种试验田……23
55. 烟草良种田……24
56. 红麻良种7804……24
57. 苎麻良种湘苎2号……24
58. 黑籽粒甜质型玉米……25
59. 爆裂型玉米……25
60. 硬粒型玉米……25
61. 有稃型玉米……25
62. 糯质型玉米……25
63. 马齿型玉米……25
64. 半马齿型玉米……25
65. 粉质型玉米……25
66. 鸭嘴形粟……26
67. 鞭绳形粟……26

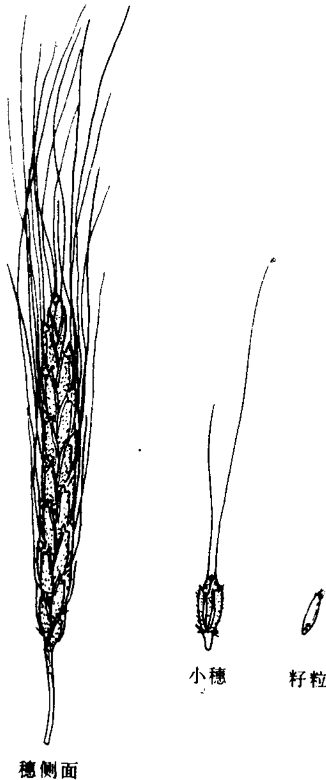
68. 毛毛粮……………………………… 26
69. 圆筒形粟……………………………… 26
70. 龙爪形粟……………………………… 26
71. 鸡嘴形粟……………………………… 26
72. 纺锤形粟……………………………… 26
73. 棍棒形粟……………………………… 27
74. 猫足形粟……………………………… 27
75. 红谷……………………………… 27
76. 白谷……………………………… 27
77. 青谷……………………………… 27
78. 黄谷……………………………… 27
79. 黑谷……………………………… 27
80. 金谷……………………………… 27
81～87. 各种籽粒的大豆……………………………… 28
88～95. 各种籽粒的大豆……………………………… 29
96. 蚕豆……………………………… 30
97. 豌豆……………………………… 30
98. 绿豆……………………………… 30
99. 利马豆……………………………… 30
100. 鹰嘴豆……………………………… 30
101. 多花菜豆……………………………… 30
102. 豇豆……………………………… 30
103. 扁豆……………………………… 30
104. 四棱豆……………………………… 31
105. 普通菜豆……………………………… 31
106. 饭豆……………………………… 31
107. 小豆……………………………… 31
108. 黑小豆……………………………… 31
109. 小扁豆……………………………… 31
110. 黎豆……………………………… 31
111. 普通型花生……………………………… 32
112. 多粒型花生……………………………… 32
113. 龙生型花生……………………………… 32
114. 珍珠豆型花生……………………………… 32
115. 重要的小麦遗传资源中国春……………………………… 32
116. 普通野生稻……………………………… 33
117. 药用野生稻……………………………… 33
118. 白花野生大豆……………………………… 33
119. 紫花野生大豆……………………………… 33
120. 野生棉……………………………… 33
121. 半野生大豆……………………………… 33
122. 半野生大豆荚果……………………………… 33
123. 甘蔗近缘野生种斑茅……………………………… 34
124. 甘蔗野生种……………………………… 34
125. 印度种甘蔗春尼……………………………… 34
126. 热带种甘蔗……………………………… 34
127. 甘蔗大茎野种……………………………… 34
128. 马铃薯近缘栽培种花色……………………………… 34
129. 形形色色的马铃薯块茎……………………………… 34
130. 日喀则郊区的野生芦苇荡……………………………… 35
131. 龙胆草野生群落……………………………… 35
132. 神农架的假杜鹃野生群落……………………………… 35
133. 神农架的紫苏群落……………………………… 35
134. 野生紫大麦草……………………………… 36
135. 不同类型的胡麻植株……………………………… 36
136. 多年生野荞麦……………………………… 36
137. 长果种黄麻……………………………… 36
138. 圆果种黄麻……………………………… 36
139. 苎麻……………………………… 36
140. 白肋烟……………………………… 37
141. 香料烟……………………………… 37
142. 红晒烟……………………………… 37
143. 晒黄烟……………………………… 37
144. 甘薯品种……………………………… 37
145. 甘薯品种剖面……………………………… 37
146. 国际遗传资源委员会设在日本筑波的长期种质库……………………………… 38
147. 中国农业科学院1号种质库……………………………… 38
148. 国际水稻研究所的种质库……………………………… 39
149. 美国国家种质贮藏实验室的长期种质库……………………………… 39
150. 中国农业科学院作物品种资源研究所种质库的计算机存储室……………………………… 40
151. 美国国家种质贮藏实验室的种子测试工作间……………………………… 40
152. 繁穗苋……………………………… 41
153. 芝麻……………………………… 41
154. 御谷(珍珠粟)……………………………… 41
155. 红麻植株与花……………………………… 41
156. 向日葵……………………………… 42
157. 小葵子……………………………… 42
158. 蔷薇……………………………… 42
159. 胡椒……………………………… 43
160. 木薯……………………………… 43
161. 丁香……………………………… 43
162. 可可……………………………… 44

163. 咖啡………………………………………… 44
164. 中国最早引入现仅存一棵的橡胶树…… 44
165. 椰子林及果实………………………… 45
166. 油棕林及果实………………………… 45
167. 丹参………………………………………… 46
168. 白术………………………………………… 46
169. 红花………………………………………… 46
170. 川牛膝……………………………………… 46
171. 三七………………………………………… 47
172. 番红花……………………………………… 47
173. 马齿苋……………………………………… 47
174. 金银花……………………………………… 47
175. 西洋参……………………………………… 48
176. 水飞蓟……………………………………… 48
177. 五味子……………………………………… 48
178. 桔梗………………………………………… 49
179. 射干百合…………………………………… 49
180. 益母草……………………………………… 49
181. 阔叶麦冬…………………………………… 49
182. 党参………………………………………… 50
183. 天麻………………………………………… 50
184. 曼陀罗果…………………………………… 50
185. 白花曼陀罗………………………………… 50
186. 独角莲……………………………………… 51
187. 北乌头……………………………………… 51
188. 人参………………………………………… 51
189. 半夏………………………………………… 52
190. 栝楼………………………………………… 52
191. 贴梗木瓜…………………………………… 52
192. 枸杞子果实………………………………… 53
193. 枸杞子……………………………………… 53
194. 芍药………………………………………… 53
195. 射干………………………………………… 54
196. 射干………………………………………… 54
197. 地黄………………………………………… 54
198. 杜仲………………………………………… 54
199. 鱼腥草……………………………………… 55
200. 知母………………………………………… 55
201. 连翘………………………………………… 55
202. 刺五加……………………………………… 56
203. 罂粟………………………………………… 56
204. 光叶苕子…………………………………… 57
205. 串叶松香草………………………………… 57
206. 紫云英……………………………………… 57
207. 金花菜……………………………………… 58
208. 小冠花……………………………………… 58
209. 沙打旺……………………………………… 58
210. 毛叶苕子…………………………………… 59
211. 水葫芦……………………………………… 59
212. 箭筈豌豆…………………………………… 59
213. 绿肥青贮塔………………………………… 60
214. 粮食贮藏的立筒仓………………………… 60
215. 粮食贮藏的房式仓………………………… 60
216. 种子加工车间外景………………………… 61
217. 清粉机……………………………………… 62
218. 磨粉机……………………………………… 62
219. 酿酒中的低温发酵………………………… 63
220. 瓶装流水线………………………………… 63
221. 啤酒车间…………………………………… 64
222. 玉米苞叶编织的工艺品…………………… 64
设在菲律宾的国际水稻研究所
223. 试验田……………………………………… 65
224. 研究所外景………………………………… 65
225. 研究所全貌………………………………… 65
设在墨西哥的国际玉米小麦改良中心
226. 美国著名科学家勃劳格在试验田……… 66
227. 参加国际学术交流活动的各国科学家…… 66
228. 研究中心全貌……………………………… 66
229. 设在叙利亚的国际干旱地区农业研究中心……………………………… 67
230. 设在尼日利亚的国际热带农业研究所…… 67
231. 中国农业科学院作物育种栽培研究所…… 68
232. 中国农业科学院作物品种资源研究所…… 68
233. 华南热带作物科学研究院………………… 69
234. 中国医学科学院药用植物资源开发研究所……………………………… 69
235. 中国农业科学院棉花研究所……………… 70
236. 中国水稻研究所…………………………… 70
237. 中国农业科学院烟草研究所……………… 71
238. 台湾糖业研究所…………………………… 71
239. 中文版主要农作物专著…………………… 72
240. 中文版主要农作物期刊…………………… 72

A

阿拉拉特小麦 小麦属的四倍体种之一，学名*Triticum araraticum* Jakubz.。染色体数2n=4x=28，染色体组型为AAGG。它是**提莫菲维小麦**的野生祖先，与提莫菲维小麦相比，它更易断穗，穗子较窄，小穗基部具较多茸毛，籽粒更长。冬性，茎节无毛，而提莫菲维小麦为春性，茎节有毛（见图）。分布在苏联（亚美尼亚和阿塞拜疆）、伊拉克、土耳其和伊朗等国海拔300～1 500米地区，常和野生一粒小麦及山羊草混生。已知有10个变种。

株高60～120厘米，上覆蜡质。分蘖与叶片数多，叶片和叶鞘具刚毛。穗茎上部为髓所填充。穗长5～10厘米，具12～18个小穗，护颖有毛。穗轴自然断落，折断方式为上节位。小穗基部及穗轴两侧有茸毛，具粗糙长芒，芒长12～15厘米。每小穗有2～3朵花，结实2粒，籽粒带皮（稃），难脱粒。籽粒红色、有棱、硬质，冠毛多，蛋白质含量高。冬性，春化阶段和光照阶段均长，晚熟。抗旱性强，对白粉病免疫，感染锈病。它是普通小麦、硬粒小麦雄性不育细胞质的来源，并有对提莫菲维小麦和**提莫诺乌姆小麦**细胞质雄性不育系恢复花粉育性的基因。（孙雨珍）



阿拉拉特小麦

阿片 见**罂粟**。

矮笔花豆（townsville stylo） 豆科笔花豆属的一个种，学名*Stylosanthes humilis* H.B.K.或*S.sundaica* Taub.。英语又名汤斯维尔苜蓿（Townsville lucerne.）。一年生草本植物。原产中美洲和巴西。广泛分布于热带、亚热带地区。1964年引入中国广东、广西等地试种。主根深，侧根少。茎直立或伏卧，多分枝，草层高45～60厘米。三出复叶，小叶披针形，狭而尖，中间小叶具柄。短穗状花序，花小，黄色。荚果黑褐色，顶端具钩，每荚一粒种子，棕褐色。每千克39.6万～48.4万粒。喜热带潮湿－干旱气候。适生于年平均温度21～26℃，最低月平均温8～15℃，年降雨量700～1 500毫米的地区。生长适温27～33℃。易受霜害，但种子一般在霜前已成熟散落。适于砂土、砂壤土种植。耐酸、耐旱、耐高锰铝，对钙、磷的吸收能力强，但易感染炭疽病。雨季前整地，播前脱荚或带荚种子掺砂条播，行距40～50厘米，每公顷播种量4～6千克。可与宽叶雀稗、纤毛蒺藜草*Cenchrus ciliaris* L.、潘哥拉草*Digitaria decumbens* Stent.等禾本科牧草混播。为了生产优良种子，生长后期停止放牧。每公顷产种子225～750千克。一年割2～3次，每公顷产鲜草30～45吨。干物质含粗蛋白质12.3～17.7%，粗纤维25.5～36.2%，粗脂肪0.7～2.5%，无氮浸出物41.0～49.7%。适口性随成熟度提高，宜作旱季饲料，亦可晒制干草。因炭疽病严重，现已很少种植。（蒋侯明）

矮化育种（breeding for dwarfness） 以选育矮秆或半矮秆农作物品种为主要目标的育种工作。由于茎秆过高所引起的倒伏是限制农作物产量提高的重要因素。虽然作物的抗倒性与茎秆坚韧程度、根系发育好坏等有密切关系，但种植矮秆类型品种是防止倒伏的最重要措施。通过矮化育种，降低植株高度，不仅使作物耐肥抗倒，而且改变了株型，可提高收获指数，是使农作物产量进一步提高的重要手段。所谓植株矮化是通过缩短节间长度，或减少节数，从而降低植株的整体高度。

概况 矮化育种始于20世纪，但大规模进行则在二次世界大战以后，化肥用量激增、产量与倒伏的矛盾尖锐化的40年代末期。

20世纪初意大利用日本赤小麦（Akakumyki）为矮源与当地品种瑞梯（Reiti）、荷兰抗病品种威尔赫明那（Wilhemina）杂交，育成矮秆、半矮秆小麦品种矮粒多（Ardito）、维拉·格洛里（Villa Glori）和蒙塔那（Mentana）等。日本岩手农场以达磨（Darum）为矮源，于1953年育成综合性状较好的农林10号（Norin 10），为达磨基因源在世界范围内的利用提供一个较好的基因载体。其后美国用农林10与Brevor杂交，得到Norin 10－Brevor 14品系，并用它为矮源育成了格恩斯

(Gaines)、纽格恩斯(Nugaines)等矮秆高产品种。国际玉米小麦改良中心用它为矮源育成了索诺拉64(Sonora 64)等一大批矮秆小麦，在墨西哥、印度、巴基斯坦等地推广，使小麦单产大幅度提高。中国小麦地方品种很多在高肥条件下株高达110～120厘米。50年代的初期，生产上直接使用了国外中秆和半矮秆品种，美国的胜利麦、早洋麦，意大利的Elia、维尔(Virgilio)即中农28、夫诺(Funon)等使株高有所降低。50～60年代曾以朝鲜的水原86和日本的小罂粟为矮源育成了咸农号、烟台号等矮秆品系，但因感染锈病和早衰未能在生产上应用。70年代以来又先后使用意大利的St.系列、南斯拉夫的NS系列，以及罗马尼亚、保加利亚等的矮秆半矮秆材料，育成了一批矮秆半矮秆品种，使生产上使用的品种的平均株高降低到80～100厘米左右。

中国传统水稻品种平均高度约120厘米，最高达200厘米。1956年广东省育种工作者采用系统育种法从南特16中选得矮秆、多蘖、高产的矮脚南特。其后以矮子占4号为矮源，采用杂交育种方法育成了广场矮和珍珠矮11号等一批矮秆、耐肥、抗倒的高产水稻品种。这些品种的株高只有传统品种的2/3左右。1956年台湾省用低脚乌尖与菜园种杂交，育成台中本地1号。1962年国际水稻研究所用皮泰(Peta)和低脚乌尖杂交，育成号称“奇迹稻”的IR 8。其后以IR 8为矮源育成了一批矮秆、高产、抗病的国际稻系列品种。

美国为了适于机械化收获，首先于1941年育成矮秆粒用高粱马丁(Martin)。1953年以后基本上种植康拜因型高粱(Combine-type sorghum)。墨西哥在70年代育成超矮秆杂交玉米。美国用诱变育种方法育成波亚(Boyer)和先进(Advance)大麦品种。

遗传机理　矮秆和半矮秆大多受隐性基因控制，极少数受显性基因控制，也有多基因控制的。水稻的半矮秆隐性基因还具有多效性，不仅影响植株高度，而且叶片较短宽，色深，分蘖力强。中国的矮脚南特、矮子占4号、低脚乌尖和矮脚仔，美国粳稻品种卡罗斯76(Calrose 76)，日本的福锦、东风响、黎明，印度的TR17等都带有同样的Sd1基因。这显然是一个易突变的位点。与Sd1非等位的有美国的CP231/SLO 17，法国的芬乃矮(Fenny Dwarf)，斯里兰卡的K 8突变体等。

已发现的小麦矮秆半矮秆基因已有10个。农林10号和大部矮秆普通小麦均具有隐性半矮秆基因Rht1和Rht2。中国的大拇指矮带有一对不完全显性基因Rht 3，自然突变体矮变1号带有不完全显性基因Rht10，是矮化能力很强的新矮源。Rht 8和Rht 9是赤小麦的半矮秆基因。Rht4、5、7则是由诱变产生的，无实用价值。Rht 1和Rht 2应用最广泛，在优良栽培条件下每一基因的效应约可降低植株高度10厘米左右。Rht1、Rht 2和Rht 8可能还有促进结实率提高的作用。但半矮秆基因与芽鞘短有联系，影响出苗率，也影响千粒重和蛋白质含量的提高。Rht3和Rht 10在纯合时植株过矮，影响产量，在利用上尚有一定困难。草丛状矮秆类型受D 1～D 4基因控制，利用价值不大。

大麦中以六棱大麦的矮秆类型较多，如浙江的萧山立夏黄，带有隐性的u_2矮秆基因。矮秆燕麦OT207和NC2469-3分别带有显性基因Dw6和部分显性基因Dw7。矮秆玉米带有d、d2、d3、d5和d8基因。中国的武陟矮玉米所带有的隐性矮秆基因与d基因非等位。半矮秆玉米带有br1～br3，美国用br 2为矮源育成矮秆直立型杂交玉米。玉米自交系Va35、矮旅28、矮330则都是由多基因控制的。矮秆高粱带有dw1～dw4四个隐性基因。dw3和dw4较不稳定，常产生显性突变，其中dw3的突变率为1/600～1/200。带有1～4对矮秆基因的高粱分别称为单基因、双基因、三基因和四基因矮秆高粱，在美国得克萨斯州干旱条件下株高分别为150～200，100，50和40厘米左右。在生产上应用的矮秆杂交高粱大多带有dw1、dw3、dw4三对基因。高粱品种马丁带有四对隐性矮秆基因，但尚未发现带有四对显性基因的高粱。

各种作物的矮秆种质资源是相对贫乏的，全世界半矮秆水稻品种几乎都带有sd1基因。这种遗传种质单一化的局面的改变，有待于优良的矮源进一步的发掘和利用。

育种方法　矮秆品种可以通过系统育种得到，从石榴籽玉米中选得武陟矮玉米，从南特16水稻中选得矮脚南特。但大多数矮秆品种是经杂交育种得到的，如国际稻IR系列及墨西哥小麦。江苏农科院以大拇指为矮源，育成一些矮秆抗病品系，并已将它们转育成不育系，可在配制杂交小麦中应用。矮源种质多具有分蘖不整齐、青枯早衰或后期熟相不正常等缺点，需在选用交配亲本和进行后代选择时纠正，有时不得不采用几个亲本与它反复交配的办法来改进。最好选用矮化作用强，综合性状较好的矮秆亲本，组配时使它占1/2～3/4的比重。由于矮秆大多是隐性遗传，对第一次分离世代选择标准应较宽，只要达到半矮秆标准就可入选。由于矮秆株受相邻高株的遮荫而发育较差，对它们农艺性状的要求也不宜过严，应在F3或复交F2代中再加确定。

采用人工诱变方法选育矮秆品种也有成效。用X射线辐照水稻品种M2代中可出现少数矮秆突变类型，辐莲矮和卡罗斯76等籼粳稻矮秆品种就是通过辐照育成的。用γ射线辐照小麦品种辉县红、石家庄63分别育成矮秆抗倒的鲁腾1号、津丰1号。盐辐矮早3大麦是用γ射线辐照早熟3号育成的。马圈快玉米、双跃4号经辐照育成马矮、矮双4等矮秆玉米材料。

植株高度究竟应降低到何种程度为宜，是矮化育种中经常探讨的一个问题。小麦矮秆基因Rht 3和Rht 10在纯合时植株过矮，产量不高。转育矮秆性状较易，但要育成株型理想、抗性强、产量高的品种则较难。因此必须选择适当的矮源，选择矮秆后代时要适度，并非越矮越好。同时要兼顾其他农艺性状才能育出所期望的品种。下表是几种主要禾谷类作物育种目标的株高标准。

几种主要禾谷类作物的株高(cm)

	水　稻	麦　类	玉　米	高　粱
高秆类型	＞100	＞105	＞250	＞250
半矮秆类型	70～100	85～105	180～250	150～250
矮秆类型	40～70	60～85	150～180	＜150
超矮秆类型	＜40	＜60	120～150	—
育种目标	75～85	75～90	150～180	130～150

（申宗坦）

埃及棉　见海岛棉。

埃及三叶 (Egyptian clover)　豆科三叶草属的一个种，学名 *Trifolium alexandrium* L.，一年生或越年生牧草。又名亚历山大三叶草。英名又称 berseem clover。原产地中海地区。传入埃及后在尼罗河流域栽培，成为埃及最重要的饲料作物，因而得名。在印度、巴基斯坦亦有栽培。

主根明显，茎直立中空，高50～70厘米，分枝多。叶柄短，小叶长圆形，叶缘有浅齿，先端尖。托叶披针形，先端成刺状。头形总状花序，花白或淡黄色。自花授粉。种子黄或黄褐色，千粒重2～3克。全株具白色茸毛。喜温暖湿润、无霜冻气候。春季日平均温度达17℃，就可生长茂盛；冬季低温在－6℃以下地区不宜种植。耐热耐旱，耐湿耐盐碱性较强，能在中国中南部滨海盐碱地上生长。秋播，每公顷播种量15～25千克，播深2厘米。现蕾时刈割，再生力强，产量高，柔嫩多汁，为家畜所喜食。如刈制干草，宜在初花期刈割，在亚热带中、南部可秋播供春季饲用。

（梁祖铎）

安息香 (benzoin)　安息香科安息香属中的一个种，学名 *Styrax tonkinensis* (Pierre) Craib ex Hartwichk，落叶乔木。别名青山安息香、泰国安息香、越南安息香。干燥树脂供药用。始载于《唐本草》，为中西医均用的药物。中国广西、广东、云南等省（自治区）有野生和栽培，广西壮族自治区已能生产安息香树脂。印度尼西亚、泰国、老挝和越南亦产。同属供割脂的植物有苏门答腊安息香(*S. benzoin* Dryand)，产于印度尼西亚的苏门答腊地区。

安息香高10～30米，树干通直，树皮暗褐色，有灰白斑点，微纵裂。单叶互生，卵形、卵状椭圆形至卵状圆形，全缘或上部稍有细齿，有时顶端呈2～3不规则浅裂，叶脉和叶背被有灰白色或灰黄色星状毛。圆锥花序顶生或腋生，花白色，花萼钟状，具5齿；花冠裂片5，卵状披针形。蒴果卵形，被灰黄色星状毛，顶端有喙，基部有宿存萼，熟时3裂。种子卵形，棕褐色。花期4月至5月，果期6月至9月。



青山安息香

阳性速生树种，喜温暖、阳光充足的环境，耐短期霜冻。适于年平均气温18～26℃，一月平均气温10℃以上，绝对最低气温不低于－3℃的地区生长。在土层深厚、排水良好的沙质壤土生长较好。喜湿润，分布在年降水量1 200～1 800毫米的地区，但不耐水渍。排水不良、易受水淹的低洼地及地下水位高的地方，都不适于育苗或造林。用种子繁殖。安息香单株之间产量差异很大，须选择优良母树采种。丘陵地区种子成熟为9月中下旬，山地为10月上旬。以随采随播最好。秋播种子发芽率高，翌春苗高20～30厘米，适合小苗上山造林；春播发芽率低，育苗期长，大苗上山造林，较难成活。造林最合适季节为3月至4月，行株距密的为3×3米，稀的4×4米。定植后至郁闭前，每年春夏季和秋冬季各除草松土一次。病虫害有枯梢病、木蠹蛾和钻心虫。生长10年以上的健壮成龄树，在夏、秋两季割脂。割脂前，先进行乙烯利处理，于距离地面9～12厘米的树干基部，在同一水平线上按等距离用小刀浅刮树皮3处，然后将10%乙烯利油剂薄薄地在刮面上刷一层，刷药要在晴天进行，处理后9～11天，即可开割。一个割脂周期内平均单株产量200～250克。收集的液状树脂放阴凉处，自然干燥变白后，用纸包好放木箱内贮藏。树脂受热易融化，切忌阳光曝晒。

安息香树脂质量以醇浸出物中总香脂酸（Balsamic acid)的含量表示，其主要成分为苯甲酸松柏醇脂(Coniferyl benzoate)、苯甲酸(Benzoic acid)、泰国树脂酸(Siaresinolic acid)、香荚兰醛（Vanillin)等，安息香酊为刺激性祛痰药，能直接刺激呼吸道粘膜而增加其分泌。树脂味苦、辛，性平。有开窍清神、行气活血、祛痰、镇痛的功能。主治突然昏厥、小儿惊风、心腹疼痛。通常与其他中药做成丸药应用；西医用于杀菌、防腐、祛痰，一般用其复方安息香酊治疗慢性咽喉炎、慢性气管炎，还用于骨折牵引方面，以增加胶布的粘着力和减少对皮肤刺激。

（邓锡青）

B

巴拉草 (para grass)　禾本科臂形草属的一个种，学名*Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf. 或*Panicum muticum* Forsk., *P. purpurascens* Raddi, *P. barbinode* Trin. 等。又名钝叶臂形草。多年生牧草。原产西非。广泛分布于热带和亚热带多雨地区。1964年引入中国海南省试种。广东、广西都有栽培。匍匐茎粗0.4～1厘米，长2～3米，有时可达10米，茎节着地生根，多分枝，节上密被茸毛。叶长10～30厘米，宽1.6～2.4厘米。圆锥花序顶生。结实率低，每公顷产种子13～25千克。喜热带潮湿气候和季风气候。适于年平均温度19～24℃，最低月平均温度7～17℃的地区栽培。耐水渍，不耐寒，受冻茎叶枯萎，但来春返青快，再生力强，耐践踏。一般用匍匐茎繁殖。插条带2～3节，长约30厘米，株行距1×1米，每穴斜插2条，雨季种植。宜与蝴蝶豆或爪哇葛藤混种。植株覆盖地面，高达1米即可刈割。在生长季节，每隔30～45天割1次，每年割4～5次。割后及时追施氮肥。通常每公顷年产干物质5～12吨，最高可达39吨。干物质含粗蛋白质2.8～16.1%，粗纤维28～34%，无氮浸出物41～57%，粗脂肪0.9～3.9%。适于作青饲料，晒制干草或放牧。　（蒋侯明）

巴西橡胶 (rubber)　大戟科橡胶树属热带雨林乔木中唯一的栽培种，学名*Hevea brasiliensis* (Willd. ex. A. Juss.) Muell. Arg.　俗名橡胶、胶树。巴西橡胶具有产量高、质量好、经济寿命长、采胶容易、胶乳再生快等优点，已成为世界上大规模种植产胶树种。其树皮所产胶乳经加工制成的天然橡胶，是异戊二烯的高分子聚合物。橡胶已能制成七万多种制品，和钢铁、石油、煤炭合称四大重要工业原料，又是重要的战略物资。天然橡胶具有良好的弹性、绝缘性、强伸性，也有较好的防水性、气密性和耐磨性，主要用于制造飞机、汽车等运载工具的轮胎。种子含氰酸，有剧毒，不能食用，含油率22～25%。油为半干性油，可作油漆、肥皂和醇酸树脂等原料，精炼后可食用，有降低血脂的作用。果壳能制活性炭、糠醛等。木材质轻，花纹美观，加工性能好，经化学处理后可制作高级家具、纤维板、胶合板、纸浆等。

起源和类型　根据植物分类学家R. E. 舒尔茨(Schultes)1942～1977年在巴西亚马孙河流域的实地调查研究，巴西橡胶原产巴西亚马孙河的南部，通常出现在每年有周期性洪水泛滥的低地，或洪水边缘河岸旁，在洪水面以上排水良好的高地亦有生长。

巴西橡胶按树皮内层颜色分为黑皮、白皮和红皮三个类型，生产上种植的属白皮和红皮两个类型，分布于亚马孙河下游地区。黑皮类型分布于上游靠近玻利维亚的马代拉河流域的泥泞泛滥区。这个类型的树皮厚10～20毫米，比白皮和红皮类型厚一倍，石细胞很少，皮很软，乳管很多，胶乳产量很高，干胶含量比白皮和红皮类型高10～20%；小叶较小，呈狭披针形；种子略小。据舒尔茨调查，在亚马孙河流域西南部，即巴西的阿克里(Acre)州、秘鲁的马德雷·德迪奥斯(Madre de Dios)省和玻利维亚的贝尼(Beni)省排水良好的高地，巴西橡胶产量最高，所产橡胶质量最好。

栽培史

世界栽培史　1839年美国人C. 古德伊尔(Goodyear)发明硫化法，解决了橡胶制品发粘变脆问题，从此橡胶成为一种工业原料，消费量急剧增加。1870年，英国政府印度事务部C.马卡姆(Markham)和皇家丘植物园(Kew Garden)J. D. 胡克(Hooker)预计野生巴西橡胶生产的天然橡胶将来可能供应不足，于是曾研究能否将野生橡胶树引入印度进行栽培以建立新的供应中心，1872～1875年，引种失败。1876年委托H. A. 威克姆(Wickham)进行引种，他在印第安人配合下，在亚马孙河支流塔帕若斯河和亚马代拉河之间的波姆的海拔70～90米的热带丛林中的割胶树上采集巴西橡胶树种子7万粒，运丘植物园播种育苗2 397株，当年运到锡兰1 919株，大部分用于建立橡胶园，少量种在佩拉代尼亚(Peradeniya)和海内拉特戈达(Heneratgoda)两个植物园，种于后一植物园的，到1961年尚存22株（图1）；送新加坡植物园的50株，后来死亡；少量送马来亚槟榔屿植物园分园，均成活；送印度尼西亚爪哇茂物(Bogor)植物园的存活2株。1877年，丘植物园又送新加坡植物园22株，均成活，其中9株后来移种于马来亚霹雳州瓜拉江沙(Kuala Kangsar)。丘植物园还送少量苗木去非洲、多米尼加、缅甸和澳大利亚。1876年英国派R.克罗斯(Cross)去巴西引种一批胶苗，质量低劣，对以后橡胶生产的发展未起作用。

1889年，新加坡植物园主任里德利进行割胶试验，最后发展成"骨形"或"V"字形割线，并创造出在原割线上不伤形成层的连续重复割胶法，使树皮能正常再生，一改巴西斧头砍树采胶，严重伤树而不能长期产胶的做法。这一试验成功对东南亚橡胶种植业的发展影响极大。1888年英国人J. B. 邓洛普(Dunlop)发明



图1 海内拉特戈达植物园的22株原始实生树中的2号树于1908～1913年割胶，4年零8个月产干胶173.6千克，折合单株年产干胶37千克

气胎，1895年开始生产汽车后，巴西野生橡胶已不能满足需要。东南亚的橡胶栽培首先是通过植物园的研究工作而发展起来的。1900～1917年印度尼西亚从茂物植物园的数公顷试验园扩大到18万公顷，形成爪哇、苏门答腊和婆罗州（今加里曼丹）等产胶中心。1915年，茂物植物园荷兰人V.赫尔顿(Helten)等发明胶苗芽接法，使优良无性系得以逐步推广，导致橡胶树产量大幅度提高。1917～1932年，印度尼西亚推广高产实生树和无性系育种园种子，使产量提高40～70%；1924～1935年经过实生树和无性系芽接树混种、多无性系混种等试验，最后推广单一无性系林段的种植方法，取得明显的增产效果。马来西亚1940年推广从优良母树的分枝取芽芽接繁殖的初生代无性系，1950年后推广杂交育种培育的次生代以上的无性系，普兰伯沙胶园公司(Prang Besar Estate Company)还推广世界有名的隔离种子园的高产种子。1950年起，世界天然橡胶产量95%以上来自马来西亚、印度尼西亚、斯里兰卡、泰国、印度等国。

中国栽培史　1904年，中国云南德宏自治州盈江县土司刀印生从新加坡引入8 000株橡胶苗在盈江县新城凤凰山试种，到1984年仅剩一株。1904年引入台湾嘉义和恒春。1906年，海南省华侨何麟书从马来亚引进橡胶种子，在乐会县（今琼海县）崇文乡合口湾种植，开创琼安垦务有限公司，后称琼安胶园。1907年，广东省南海县佛山镇华侨区慕颐、胡子春在海南省那大开创侨兴有限公司，从马来亚引进橡胶种子，在那大西分种植，建立侨兴胶园。1927年和1940年，广东徐闻华侨从泰国引种建立西娲胶园。广东茂名华侨1928年和1938年从马来亚引种在茂名县种植，1953年调查，五家园尚存2株，镇盛墟5株，茂名农校1株。以上引种的巴西橡胶经多年繁衍种植，至1950年底，全国约有民营小胶园2 800公顷，胶树110万株，其中割胶树60万株，主要分布于海南省，年产干胶约200吨。在过去引种试种的基础上，1952年开始在海南省和湛江地区以及云南省南部大规模种植胶树，广西壮族自治区和福建省南部以及广东省汕头地区也有少量栽培，同时开展了有系统的科学研究。经过30多年的艰苦努力，在有台风、低温和干旱为害的自然条件下，选育出多个抗风、耐寒品种，划分环境类型区，总结出因地制宜的防寒、防风栽培措施，如种植防护林和对胶树进行修枝整形以防风，北部地区采用芽接后带干过冬，翌春锯砧，以及地沟播种育苗和按小环境类型配置适宜的耐寒、抗风、高产品系等技术，终于打破了世界巴西橡胶种植区的传统界线（10° S～15° N之间），在中国18° N～24° N地区大面积植胶成功，为世界提供了扩大巴西橡胶种植区的宝贵经验。

形态特征和生物学特性　乔木，高20～40米。主根圆锥形，侧根轮生，第一轮离地面10～20厘米，为主要吸收根，第二轮离地面40厘米以上，主要起支撑作用。叶互生，三出复叶，小叶椭圆形或倒卵形，革质，全缘，渐尖，基部楔形，网脉明显，叶柄长5～14厘米，小叶柄基部常具蜜腺点。花单性，雌雄同株，圆锥花序；腋生，密被白色柔毛。雌花生于花序各分枝顶端，比雄花大，具绿色花盘，无花冠，花萼黄色五裂，子房常三室，柱头三裂。雄花较小，花萼黄色五裂，花药两室共十枚，分两轮环生于花丝柱上。果为蒴果，常含种子三粒，中果皮木质，坚硬。种子椭圆形，褐色，具斑纹，长约3厘米，宽约1.5厘米，背部常隆起，腹部略扁平。蒴果成熟后果壳自动爆裂，将种子弹出（图2）。树皮为重要的采胶部位，由外向内分为5层：①粗皮，主要是木栓层；②砂皮，又可分为内外两层，外层石细胞多，乳管几乎丧失产胶功能，内层石细胞较少，具有产胶乳管；③黄皮，含大量乳管，产胶功能很强，为主要产胶部分，其筛管已被堵塞或挤毁，无输导功能；④水囊皮，具有输导功能的筛管和少数幼嫩乳管列（割胶时只割到水囊皮外）；⑤形成层。

胶树一般一年开花两次，北半球主要花季在3月至4月，第二花季在5月至6月，有时还有第三花季，在8月至9月；南半球主要花季在8月至9月。子房受精后到果实成熟约需4.5～5个月，北半球每年8月至9月为第一次果熟期。在一般情况下，第二、三次结果较少。

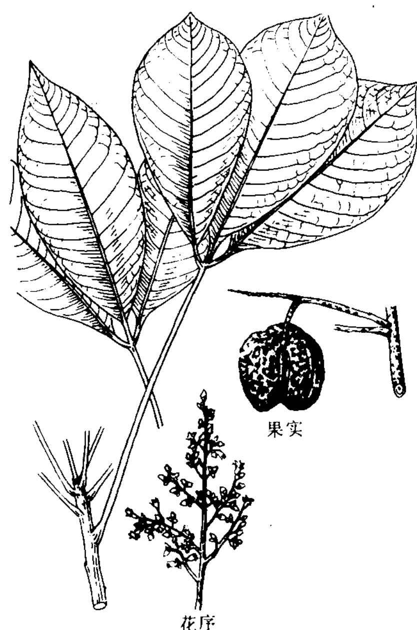


图 2 橡胶形态

选育种 20世纪初，世界上栽培的巴西橡胶都是未经选择的实生树。1915年后各植胶国家从实生树群中选出高产植株，用其枝条上的芽片芽接成无性系，称

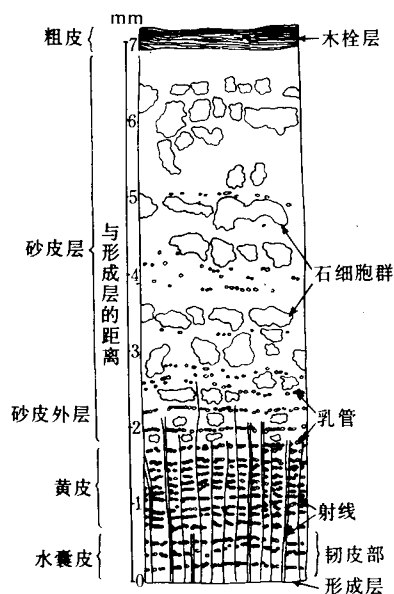


图 3 橡胶树皮横切面

为初生代无性系。东南亚国家曾建立过几万个初生代无性系，但真正高产可供生产上使用的不足0.1%。如印度尼西亚的GT1；马来西亚的PB86；斯里兰卡Wag 6278；中国的抗风无性系红星1、耐寒无性系南华1等。1930年后，进入优良无性系间杂交育种阶段，用杂交苗培育次生代以上无性系。马来西亚橡胶研究院培育的RRIM600组，普兰伯沙胶园公司培育的PB233组等都在生产上发挥了较大的作用。印度尼西亚、印度、泰国、中国也都培育出各自的无性系。20世纪20年代，未经选择实生树每公顷年产干胶仅450千克，到80年代，最高产的马来西亚无性系PB 233年产干胶2 340千克，单位面积产量提高4倍。一般初生代无性系，每公顷年产干胶1 050～1 200千克，次生代以上无性系产1 500～1 950千克，最优无性系产2 250千克以上。东南亚和南亚种植的胶树，都是威克姆引种的新加坡植物园、斯里兰卡海内拉特戈达植物园和印度尼西亚茂物植物园内共40多株原始实生树所繁育的后代，亲缘很接近。加上逐代只选高产无性系为亲本进行单对人工杂交，亲本范围又缩小到20个以内。因此遗传基础越来越狭窄，难以培育出比世界上有名高产无性系RRIM 600和PB233更好的无性系。为此，1981年国际橡胶研究和发展委员会(IRRDB)组织会员国橡胶育种专家到巴西亚马孙河上游的阿克里州、朗多尼亚(Rondonia)州和马托格罗索(Mato Grosso)州采集野生高产胶树的种子和枝条，进行新种质资源的繁育和研究，以期创造新的高产类型。

胶树选育种一般分为无性系选种和有性系育种。前者以获得优良无性系为目的，后者以获得优良有性系为目的。选育出一个能在生产上推广的优良无性系或有性系，约需30年之久。

无性系选种 从已割胶的未经选择实生树群或人工杂交实生树群中，选出产量高、副性状好、抗性强的胶树，用分枝芽，芽接成无性系；或经人工杂交经预测高产的幼苗，用茎干芽，芽接成无性系。国际上通用的标准为，参加初级无性系比较试验的，每个无性系种10～18株，重复两次。以生产上推广品种为对照，割胶3～4年，选出优良无性系，再取分枝芽增殖芽条，然后参加高级无性系比较试验。同时在不同环境区布置适应性区域试验，每个无性系一般种300株以上，3～5次重复。割胶后进行产量副性状鉴定5年，选出优良无性系作小规模种植（每个无性系种6.7～10公顷），再割5年，仍属良好的，进行中规模种植（每个无性系占适应地区当年新植胶面积的20～33%），再生皮割胶表现好的，进行大规模种植。

为了加速选出耐寒品系，中国在植胶区北部寒害严重地区，首先用冷冻筛选耐寒力较强的无性系，参加当地耐寒苗圃品系比较试验。同时参加更冷地区的前哨品系比较试验。均以当地推广的耐寒无性系为对照，选出耐寒力强的无性系，参加初级无性系比较试验。

有性系育种 用优良无性系或实生树间杂交获得的有性系，参加初级有性系比较试验，每个有性系至

少有30株，割胶3～4年，选出优良有性系。将此有性系的杂交亲本重复杂交，用所得种子育成200～300株苗，参加高级有性系比较试验，割胶5年，再选出表现优良的有性系，即可用其亲本种植双无性系种子园，生产自然授粉种子，作为优良种植材料供生产上使用。

用辐射、多倍体诱导、组织培养等新技术获得的优良材料，可繁殖成无性系参与初级和高级品系比较试验进行鉴定，然后按不同情况进行小规模、中规模或大规模种植。中国用无性系花药培育试管苗，1977年获得单倍体和二倍体植株，定植大田后，已于1984年正式割胶。初步鉴定认为，其产量比原无性系高，这项技术居国际领先地位。人工诱导父本花粉染色体加倍，然后和二倍体母本授粉，当代即可获得父本性状加强的较纯的三倍体，这一方法达到了世界先进水平。

栽培措施

采种、育苗、芽接　果皮黄色时，种子完熟，即可采种。种子无休眠期，在室内存放半个月，发芽率下降40%，存放一个月，下降60%以上。因此最好随采随播。先在沙床浅播催芽，床面保持湿润，播后20天发芽率一般可达80～90%。苗高5～10厘米时，将带有种子的苗移入苗床，苗床以有机肥和磷肥为底肥。株行距一般为30～40厘米，每公顷45 000株，经常淋水，并注意施液肥。生长一年以上即可用作砧木。一般宜在5～10月芽接。芽接时，在砧木离地2厘米处向上开芽接位，从无性系芽条上削取芽片，去掉芽片上木质部，剥开芽接位树皮，插入芽片，再盖回树皮（腹囊皮），覆以小段椰子叶片，用麻绳绑紧。亦可用绿色芽片芽接，即去掉芽接位树皮，放好芽片，用塑料带捆绑。一般芽接后21天解绑。芽片成活后再过7～10天在离芽接位上端5厘米（绿色芽片接的为25厘米）处锯掉砧木，以后注意随时摘除砧木萌发的芽，让芽片上的芽成苗。

开垦种植　橡胶为多年生木本作物，需种在新开地上。种植时先要选好宜林地。适于地区为年平均温度为26～27℃，而且没有15℃以下绝对最低温度；年降雨量2 500毫米以上，分布均匀；年平均相对湿度80%以上；土层深1米以上，表层20～30厘米，含有机质3%以上；土壤pH4.5～5.5；地下水位1.5～2米以上；海拔高度一般300米以下，无大风；植被以森林地最好。由于胶树的适应能力较强，在中国经试种，年平均温度20℃以上，冬季最冷月平均12℃以上，绝对最低温5℃以上，年雨量1 200～2 800毫米，年平均湿度75%以上，常风3米/秒以下，在防护林保护下，一年出现台风1～2次的地区，均可垦殖。海拔高度也有所提高，海南省在350米以下，云南河口400米以下，西双版纳800米以下，德宏自治州1 000米以下，都可种植。

中国有风害和干旱地区应营造防护林，网格大小在重风害区为0.66～1.33公顷，轻风害区为2～2.66公顷。主林带与主风方向垂直，宽15～20米，副林带与主风方向平行，宽8～10米。丘陵山区按地形设置林带。常用防护林树种有窿缘桉*Eucalyptus exserta* Muell、台湾相思*Acacia confusa* Merr、木麻黄 *Casuarina equisetifolia* L.、刚果12号桉*Eucalyptus* 12ABL、母生*Homalium hainanense* Gagnep.、火力楠 *Michelia macclurei* var. *sublanea* Dandy等。开垦时平地可采用十字定标，丘陵地必须修等高梯田。株距2～4米，行距6～10米，每公顷405～600株。定标后挖穴，穴面80×80厘米，深70厘米，底60×60厘米。表土回穴，并施有机肥和磷矿粉作基肥。

定植材料　①抽芽的芽接桩，芽接锯干后，已抽芽的芽接桩。②袋装芽接苗。在盛土大塑料袋种植的芽接桩，长成两蓬叶的芽接苗或直播于盛土小塑料袋中；用绿色小芽片芽接的芽接桩，长成五蓬叶的芽接苗。③高截干芽接苗。在苗圃生长两年左右，茎围10厘米以上，木栓化高度2米以上的截干芽接苗。④优良实生苗。人工授粉苗或隔离种子园，种子长成的实生苗，在离地30厘米处截干。

胶园管理　胶苗定植后，植胶带可用人工或除草剂草甘膦灭净杂草，胶树周围或整个植胶带要盖草（死物覆盖）。为了防止水土流失，增加土壤有机质和肥力，抑制杂草生长，行间要种植豆科覆盖作物，通常用的有**三裂叶葛藤**、**毛蔓豆**、**蝴蝶豆**、**卵叶山绿豆**、山毛豆 *Tephrosia canolida* DC.等，1970年以后东南亚国家发现一种新的豆科覆盖作物**蓝花毛蔓豆**，耐荫性特强，在胶行郁蔽后几年内不会枯死。11年后仍能保留10～15%的覆盖度，归回土壤中的总氮量为以上豆科覆盖作物的2～3倍。胶树行间亦可因地制宜，合理间作其他经济作物，但应适当施肥，以不影响胶树的生长为宜。

胶树对肥料的要求因生长阶段不同而异。胶苗从定植到开始割胶为幼树期，为了加速胶苗生长，施氮磷肥为主。其重量比，早期为1:1，中后期为2:1（折合每株每年硫酸铵0.5千克，过磷酸钙0.25千克），缺钾地区还应增施钾肥。割胶期施肥，不仅要保持胶树的生长，还要提高胶乳产量，使之高产稳产，应适当增加氮肥。一般每株每年施硫酸铵1千克，过磷酸钙0.5千克，氯化钾0.3千克。另外每年每株还要施有机肥10千克以上。最好使用叶片矿物营养诊断法对症施肥，包括镁肥和微量元素肥料。

病虫害防治　在中国，重要病害有：①白粉病，病原菌 *Oidium heveae*。主要为害嫩叶和花序，引起大量落叶，推迟当年割胶期，减少干胶产量。重病叶片满布粉斑，皱缩变黄，最后脱落。染病花序密布白粉，导致花蕾脱落、花枝枯萎。防治措施包括：越冬期摘除断倒树染病嫩梢，保留的嫩梢喷撒硫磺粉。20%植株抽叶前，发现中心病株或中心病区，及时局部喷粉防治；30%植株抽叶后，根据短期测报进行全面喷粉

防治：70%植株叶片老化起，只对后抽叶植株喷粉。增施肥料可减轻病害造成的损失。重病地区尽量种植产量较高的抗病品系。②条溃疡病，病原菌*Phytophthora palmivora*, *P. meadii*.发病初期，新割面上出现一至数条乃至数十条纵向黑线病痕，深达木质部。黑线扩展或融合形成条斑或块斑。扩展型病斑，表面常有泪状凝胶，病皮下有凝胶块。未经治疗的病斑，在低温期迅速扩展，造成割面树皮大块溃烂。降雨，尤其是持续的毛毛雨，是病菌侵染的基本条件，低温加高湿是造成树皮溃烂的重要因素。雨季割胶刀次多、强度大，尤其是树身不干时割胶发病重.割线越低病害也越重。在雨季，树身不干不割胶，或在高割线割胶是基本的防治措施。雨季割胶1～2刀，涂一次1%乙磷铝（或0.4%瑞毒霉、1%敌菌丹、1%敌克松水剂），每隔7～10天涂一次7%乙磷铝或1%瑞毒霉缓释剂。③红根病，病原菌*Ganoderma pseudoferreum*。感病后叶子变小、缺乏光泽、色转黄并卷缩，树冠稀疏，树干干缩或树干基部出现条沟，最终死亡。病根初期长有乳白色菌膜，常粘附一层泥沙，菌膜逐渐变为枣红色，革质，洗去泥沙明显可见；老菌膜黑红色；中后期病根有浓烈的蘑菇味。病菌以菌索经由接触的根系蔓延传播。开垦森林而未挖出树桩的林地最易发病。防治方法：开荒或更新时，用机械或人工清除原来的树桩和病根。定植时选用无病种苗。定植后每年检查追踪病源，发现病株，要暴露根系，切除死根和刮治病根。④褐根病，病原菌*Phellinus noxius*。地上部症状与红根病树相似，但叶片不变小，树干基部常出现烂洞。大多数单株发病，不形成病区，病树死亡迅速，病根长有铁锈色疏松绒毛状菌丝，粘附的泥沙多，凹凸不平，不易洗脱，菌膜薄而脆，黑褐色。病树材部呈蜂窝状，有浓烈的蘑菇味。病菌主要靠孢子传播。抚育管理时，防止损伤树干基部、树根，涂施十三吗啉根颈保护剂是主要预防措施。⑤季风性落叶病，病原菌与条溃疡病相同。老叶、嫩叶、胶果和嫩枝均可受害。老叶染病，大叶柄出现水渍状病痕，有1～2滴白色凝胶。重病树、老熟叶片大量脱落，嫩梢回枯，新叶很难长出，干胶减产30～50%。防治方法：苗圃和幼树喷施1%波尔多液，成龄树喷施含铜油剂，但要防止铜素对胶乳的污染。⑥炭疽病，病原菌*Colletotrichum gloeosporioides*。侵害嫩叶、嫩梢和胶果。嫩叶染病，开始出现水渍状病斑，随后叶片变黑，脱落。受害嫩梢出现水渍状病斑，迅速扩展，导致枝条回枯。重病树大量落叶，因而减产。苗期和幼树，喷施1%波尔多液，成龄树抽嫩叶期喷施5%拌种灵——福美双胶悬剂。⑦褐皮病（俗称死皮病），病因尚未弄清。褐皮病的发生与割胶强度、割胶频率关系密切，与品系也有一定关系。病树割线下方的树皮，乳管组织坏死，排胶量下降，干胶含量降低，出现褐斑病灶，最后完全停止排胶。降低割胶强度和频率是主要的预防措施。⑧绯腐病，病原菌*Corticium salmonicolor*。高湿地区的胶园常常发生，在树干的第二、第三分叉处产生粉红色泥层状菌膜，病部以上的枝条回枯。加强林管，喷施1%波尔多液或5%十三吗啉，防效良好。⑨麻点病，病原菌*Drechslera heveae*是实生苗圃的主要病害，为害嫩叶和嫩梢，最初叶上出现暗褐色水渍状斑点，重病叶皱缩，脱落，影响苗木茎围增长。选择排水好、通风透光的地块育苗和喷施0.3%代森锰有一定防效。⑩南美叶疫病，病原菌*Microcyclus*…一种毁灭性的胶树病害，是拉丁美洲几十年橡胶不能大发展的主要原因病菌侵害嫩叶、嫩梢、花序和胶果。嫩叶感病初期，出现水渍状斑点，以后形成暗绿色病斑，密生绒毛状的分生孢子梗和分生孢子；重病叶片变黑，皱缩、脱落。叶柄感病后呈螺旋状扭曲，或形成瘤状块斑。连续落叶几次的病树，枝条大量回枯，甚至整株枯死。巴西种植抗病品系防病，由于出现新的病菌生理小种而失败；抽新叶期连续喷施苯来特、甲基托布津或代森锰锌7～10次，成本高，防效不稳定。中国尚未发现此病，必须加强检疫。

胶树害虫很少。黑灰蚧*Saissitia nigro*.为害叶片和枝条，对生长衰弱的植株为害严重。苗圃有白蚁及鼠类为害。在巴西，木薯天蛾*Erinnyis ello*是重要害虫，大量取食嫩叶，在局部地区暴发时，食光整株胶树的嫩叶，造成极大损害。

割胶　合理割胶是达到高产稳产的重要环节，通常决定于开割标准、割线斜度和长度、开割高度、树皮消耗量、割胶深度、割胶制度等。一般开割新林段，茎围达50厘米的株数占林段总株数的50%以上时，即达开割标准。割线自左向右倾斜（芽接树25°～30°，实生树22°～25°），长度为树周的一半，割线下端离芽接树接合点130厘米或离实生树根际50厘米。每次割胶割掉的树皮厚0.12～0.15厘米，深度离木质部0.11～0.20厘米，不得割伤形成层。原生皮可割10年左右。割面的再生皮，7～8年后恢复到原来的厚度，又可割胶。

割胶制度是在一定时间内由一定的割线数目、割线长度、割胶频率等组成的割胶方式。常规割胶制度为单割线，长1/2树周，隔日割一次，强度定为100%（国际符号为S/2・d/2・100%）。高产树开割头两年宜适当降低割胶强度，采用单割线制，长1/2树周，3日割一次，强度为67%（国际符号为S/2・d/3・67%）。在马来西亚割胶15年后可采用乙烯利刺激割胶，以提高产量。在中国，老实生树和低产芽接树亦可采用。法国人过去一般采用的割胶制度是全螺旋线，4天割一次的制度（国际符号为S・d/4・100%），现逐步改为短割线割胶。

胶树体内膨压清晨最高，故清晨割胶产量较高。东南亚主要产胶国家，每年割胶达11个月，只在落叶后

再抽叶期停割一个月。在中国，一年割胶6～9个月。一年中的开割期和停割期视季节而定，最好在林段中95%的胶树叶蓬稳定15～20天后全面开割。冬季上午8时前气温低于15℃时应临时停割，或有50%以上的胶树黄叶达一半以上时也要全面停割。割胶以树位为单位，即一个割胶工一天应完成割胶和收胶的定额株数。国外一个树位为500株左右，在中国为250～300株。割胶工具为胶刀，有推刀和拉刀两种。亦有针刺采胶，但尚处于试验阶段。



图4 割胶

生产 世界上有41个国家和地区种植胶树，主要分布于10°S～15°N之间，产干胶最多的国家是马来西亚，其次是印度尼西亚和泰国(见表)。

主要植胶国家历年干胶产量表 单位：kt

国家 \ 年份	1983	1984	1985	1986
马来西亚	1 563.7	1 530.6	1 469.5	1 538.6
印度尼西亚	997.2	1 115.6	1 130.2	1 034.0
泰国	587.2	628.6	725.7	782.1
印度	168.0	183.9	198.3	219.0
中国	172.4	188.8	187.9	211.0
斯里兰卡	140.0	141.9	137.5	137.8
菲律宾	69.9	76.6	85.3	89.0
越南	48.0	47.0	52.5	54.0
利比里亚	76.5	86.4	84.4	88.7
尼日利亚	50.0	51.0	51.6	55.0
世界总计	4 030.0	4 250.0	4 335.0	4 435.0

中国1984年产干胶18.88万吨，其中广东国营农场13.9万吨，云南2.75万吨，广西2 582.91吨，福建560.5吨，全国民营和华侨农场产2.039万吨。中国主要产区广东省尚有10万公顷低产实生树未能更新，加上屡受台风、低温为害以及广西、福建种植的大部分为低产耐寒无性系，因此单位面积产量较低。1984年中国植胶面积49.41万公顷，占世界第四位，产量亦占第四位。主要植胶区为海南省和云南省的西双版纳。1984年海南省植胶面积29.21万公顷，占全国植胶总面积的59.1%，产胶12.43万吨，占全国干胶总产量的65.80%。全国高产地区为西双版纳，1984年平均每公顷干胶1 188千克，其次为海南省通什地区，产1 006.5千克。

参考书目

华南热带作物学院：《橡胶栽培学》，中国林业出版社，北京，1978。

(刘松泉)

巴戟天 (medicinal indianmulberry) 茜草科巴戟天属中的一个种，学名*Morinda officinalis* How.，多年生常绿藤本。别名鸡肠风。以根入药。分布于广东、广西、福建等省(自治区)。主产于广东省高要和德庆县，闽西南及桂西南。已从野生变家种。

根圆柱形，肉质肥厚，分枝，长约1米，直径1～3厘米，多少收缩呈念珠状，表面灰黄色，有不规则、蜿蜒状的槽纹，断面皮部淡紫色。小枝初被短粗毛，后毛脱落变粗糙。叶对生，椭圆形至长椭圆形，托叶合生成鞘。头状花序，单生或由二至多个排列成伞形花序，生于枝顶或叶腋间，每个头状花序有花2～10朵，花萼管状，花冠白色，3～4裂片，雄蕊与花冠裂片数同。子房下位，4室。柱头2深裂。聚合果近球形，熟时红色。花期4月至6月。果期7月至11月(见图)。

宜土层深厚、疏松、排水良好，pH5～6的红壤或砂质壤土，忌碱性土和粘土。属亚热带植物，生长适宜温度为20～25℃，月平均气温超过25℃生长缓慢，低于14℃停止生长，连续3天低于5℃时出现枯梢，低于0℃时地上部分枯萎。

用种子或扦插繁殖。种子繁殖：10月后分期分批采收黄、红色果实，堆放一星期左右，洗净、水选，除去有斑点及黑色带病的种子，用湿砂贮藏到翌年春播，即当气温达到20℃以上，砂藏的种子大部分萌芽时进行播种。采取撒播或点播，株行距5×5厘米，每公顷播种量150～180千克，出苗数可达120万～150万株，一年后定植。扦插繁殖：用3节或单节插条扦插，于4月至6月选择2～3年生的粗壮枝条，截成约15厘米长，仅留上节叶片的一半，按株行距6×15厘米斜插，一节露出地面，覆土压紧。保持苗床湿润，搭棚遮荫。半年以后苗高达15～25厘米时即可定植。选择海拔200～700



巴戟天

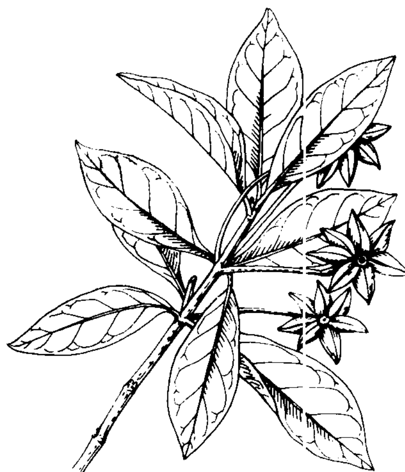
米，坡度30°以下的山坡疏林，开成等高梯田，挖排水沟；定植前打顶，按株行距30～50厘米挖穴，每穴1～2株，每公顷植3万～3.75万株为宜。种植后头3年每年除草松土2次，施肥1～2次。3年后是生育旺盛期，应加强水肥管理，并结合中耕松土进行翻蔓，防止藤蔓着地生长不定根而消耗养分，可适当疏藤剪枝，以提供扦插材料。病虫害有茎基腐病*Fusarium* sp.、轮纹病*Alternaria* sp.、煤烟病*Capnodium* sp.；红蜘蛛、潜叶蝇、金龟子、白蚁等。以种植6年后收获为宜，过早收获产量低、质量差，过迟收获根部增长不大。以秋冬季采挖较佳，洗净，除去须根，晒至六七成干，轻轻捶扁，切成6～13厘米长的小段，晒干。

根含植物甾醇(Phytosterols)、糖类和微量的蒽醌类(Anthraquinone)。味甘、辛，性微温。有壮阳补肾、强筋骨、祛风湿的功能。用于阳痿、小腹冷痛，子宫虚冷，小便失禁，腰膝无力，风寒湿痹。

(高成芝)

八倍体小黑麦 见小黑麦。

八角茴香 (star anise) 八角科八角属的一个种，学名*Illicium verum* Hook. f.，别名大茴香、大料。常绿乔木，香辛作物。果实为调味香料，也可药用。有温中、散寒、暖骨、理气、止痛等功效。枝、叶、果经蒸馏可得挥发性茴香油，是一种重要的芳香油。鲜果皮含油5～6%，鲜种子含油1.7～2.7%，鲜叶含油0.75～0.9%，80～90%成分为大茴香脑(Anethole)，经氧化成为大茴香醛、大茴香醇等单体香料，广泛用于食品和化妆品香料工业，又是制药工业合成阳性荷尔蒙己烷雌酚的主要原料，木材红褐色，可制家具。主产中国广西龙州一带山区，广东、台湾、云南、贵州、福建也有栽培。越南也有分布。中国1954年产干八角8 500余吨，茴香油200～400吨，创历史最高纪录。1982年广西栽培面积3.6万公顷，年产八角4 000～6 400吨。早在1897年已向欧美出口，常年出口量1 500～2 000吨，茴香油约200吨。世界干八角常年销售量3 000～4 000吨，茴香油约500吨，产品畅销欧美、中东、东南亚等50多个国家。中国广西"天宝"茴香油，驰名西欧，在国际上享有盛誉。植株高10～15米，树皮灰褐色。单叶互生，半革质，全缘，椭圆形或椭圆状披针形。花两性，单生于叶腋间，粉红色至深红色，每年开花结果两次，2月至3月开花，9月至10月果熟；8月至9月开花，翌年3月至4月果熟。蓇葖果，星状放射八角形(见图)。


八角茴香

适生于亚热带南部山区的阴湿温暖环境，年平均温度不低于0℃，年雨量1 300～1 400毫米，分布均匀，相对湿度80%以上。土壤以深厚、肥沃、pH5～6为宜。幼树喜荫，成龄树喜光。根浅、枝条脆，不抗风。主要用种子繁殖，也可用嫁接繁殖。每千克种子8 000～9 000粒，每公顷播种量25～45千克。苗高50～70厘米，即可出圃定植。宜林地以多雾、静风低海拔山谷为好。果用林株行距5×5米，叶用林1×1米，穴施基肥，雨季定植。早期可间种木薯等高秆作物遮荫。及时除草、松土、施肥。植后3～4年，叶用植株在离地60～70厘米处截干，促进萌生侧枝。也可直播造林或天然更新。主要害虫有八角尺蠖、金花虫、象鼻虫为害叶片，可用70%敌百虫300倍液喷杀。病害有炭疽病，可喷波尔多液防治。种后7～10年开始结果，15年进入盛产期，在

水肥良好的条件下，盛产期长达70年左右，以后长势衰退。春花 2 月至 3 月开放，果实饱满，含油量高，为主产期；秋花 8 月至 9 月开放，果小含油低。产果有大小年之分，大年平均每公顷产果约500千克，小年约60千克。一般单株平均产果5～10千克，成年树25～50千克。采收后及时晒干或烘干，鲜干比3∶1左右。叶用林植后 4 年开始采叶，每公顷产鲜叶 1 200千克，6～20年单株产鲜叶2.5～3.5千克，以后逐年下降，五六十年后衰老枯死。（丁慎言）

白菜型油菜（rape seed） 油菜三大类型之一。学名为*Brassia campestris* L.。包括原产中国的芸薹和油白菜。中国又称小白菜、矮油菜、甜油菜等。因其叶形和株型与白菜酷似，故名。染色体组为 aa，n=10。

白菜型油菜在中国栽培历史悠久，全国均有分布在长江流域产区现已为甘蓝型油菜逐步代替，但白菜型油菜生育期短，适应性较强，在中国北部和西部高寒山区仍以白菜型油菜为主。加拿大和瑞典偏北部，也只种白菜型油菜。印度、巴基斯坦等国也有白菜型油菜种植。

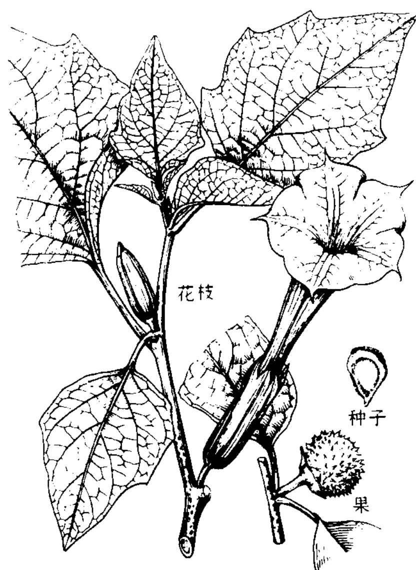
白菜型油菜株体较矮小。一般春性品种幼苗直立，冬性品种株型匍匐，半冬性品种介于二者之间。主根较发达或不发达，支细根发育中等或发达，但有的品种在干旱条件下主根非常发达。如陕西关中油菜主根可深入土层 3 米以上。基叶叶形椭圆形，少数披针形。叶面着生刺毛多少不等，叶面被或不被蜡粉，叶色常绿、淡绿或浓绿。原产中国西北部的北方小油菜 *B. campestris* L. 基叶有明显叶柄，具琴状缺刻；南方油白菜*B. campestris* var. *chinensis* Mak.，即 *B. chinensis* L. 基叶叶柄不明显，无琴状缺刻或不明显。薹茎叶全抱茎着生是这个类型油菜最显著的共同特征之一。北方小油菜分枝性弱，分枝数少。南方油白菜分枝性较强，分枝部位低，有的从地面就分枝，呈丛生型。茎组织松软，木质化程度较低，易倒伏，抗病虫性较弱。花色淡黄至深黄，大小不等，花瓣椭圆，平展或皱缩，重叠呈覆瓦状。花序中间花蕾着生位置低于开放花朵。开花时雄蕊花药一般向外开裂，自交不亲和性强，异交结实率高，一般80～90%，是典型的异花授粉作物。中国白菜型晚熟品种和印度黄籽沙逊油菜，是自交亲和的。果皮厚薄不一，易或不易开裂。种子大小不等，一般千粒重2.5～4.5克，产自中国青藏高原的地方品种千粒重最大可达6～7克。种皮暗褐、红褐或黄色，无辛辣味。种皮表面网纹较浅，种子含油率一般为30～40%，产自中国青藏高原的最高达50%以上。（刘后利）

白花灰叶豆 豆科灰叶属的一个种，学名*Tephrosia candida* DC.。又名短萼灰叶、山毛豆、灰叶豆。多年生小灌木。原产亚洲热带地区。分布于热带和亚热带地区。20世纪30年代初，引入中国广州试种；60年代，广东省主要作为幼龄橡胶园、柑桔园的绿肥覆盖作物和幼龄咖啡园的荫蔽树。云南、广西、福建等地亦有栽培。株高1～3米，枝有棱，密生褐色或灰色绒毛。奇数羽状复叶；小叶11～25枚，长3～6厘米，宽约 1 厘米，叶面无毛，叶背密生白色平贴长柔毛。总状花序顶生或腋生，长15～20厘米；花冠长约 2 厘米，白色，旗瓣外侧密生丝毛。荚果长7～10厘米，宽约8毫米，密生褐色平贴丝毛，有种子10～15粒。每千克种子约 5 万粒。适应性强，耐酸、耐瘠、耐旱，喜阳，稍耐轻霜，适于丘陵红壤坡地种植。播种前，用50～60℃温水浸种半小时，晾干后播种，播期 3 月至 4 月。作绿肥，瘦地株行距50×60厘米，肥地60×100厘米；留种用地100×100或130×130厘米。每公顷播种量4～7千克。播后三个月内，幼苗生长缓慢，应及时中耕除草。4～5个月后，株高100～120厘米时可刈割，留茬约50厘米，当年可割1～2次，第二三年可割2～3次，利用年限3～4年。每公顷年产绿肥15～30吨。鲜茎叶含氮0.475～0.815%，磷0.094～0.148%，钾0.474～0.656%。叶片含有毒成分鱼藤酮（Rotenone），一般不宜作家畜饲料。每公顷产种子375～750千克，种子富含蛋白质，在非洲留尼汪岛（Reunion）用作牛的饲料。（蒋侯明）

白花曼陀罗（white-flowered datura） 茄科曼陀罗属中的一个白花种，学名 *Datura metel* L.，一年生草本植物。别名洋金花、风茄花。主要以花入药，称南洋金花，果实亦可供药用，称醉仙桃。原产印度，中国主产江苏、浙江、福建和广东等省。江苏省苏州地区已有百年栽培历史。同属植物毛曼陀罗 *D. innoxia* Mill. 的花也供药用，称北洋金花，主产河北、山东和河南省。此外，欧曼陀罗 *D. stramonium* L. 和紫花曼陀罗 *D. tatula* L. 的花也同样可入药。

白花曼陀罗株高50～150厘米，有时呈半灌木状，全株近无毛。茎基部木质化，上部叉状分枝。单叶互生，上部叶近于对生，叶片卵形或广卵形，全缘或有波状齿，基部不对称呈楔形。花单生于叶腋间；花萼筒状，花冠白色呈漏斗状。蒴果圆球形，疏生短硬刺。种子多数，呈扁三角形，褐黄色。花期 6 月至11月。果期 7 月至11月。

喜温暖湿润气候，以排水良好的壤土或砂质壤土栽培为佳。气温在5℃左右种子开始发芽，秋季早霜来临后逐渐枯萎，当气温低于2～3℃时，植株死亡。前作宜选休闲地或豆科、禾本科作物地为好，忌与茄科作物连作。



白花曼陀罗

用种子繁殖。春播3月下旬至4月中旬，直播，行株距70～100×30厘米，穴深10～12厘米，每穴播种子4～5粒，每公顷用种量2 250克左右。生长期间除草2～3次，追肥4次，前期以氮肥为主，后期需施氮肥配合磷钾肥，做到前轻后重，有利总生物碱含量增加。病虫害有叶斑病、二十八星瓢虫和蚜虫。6月下旬始花，7月下旬至8月下旬为盛花期，采花宜在每天下午4～5时进行，此时花冠伸长，露白，质量好；如太早采摘，花冠未充分露白，产量低，质量差；采收太迟，次日花朵开放，加工时花瓣易破碎。一般只摘花朵，去花萼。也可采带花萼之花朵，有效成分含量较高。采回花朵，摊开，烘干或晒干，每株可收花300朵左右，大花 1 400～1 600 朵折 1 千克，小花约10 000朵折 1 千克。留种要选择主干第一个分叉上结的果实为最佳，将植株上其它果实全部摘除，使养分集中，利于果实饱满。7月下旬至8月初当果实开裂时，即可采收，收后将种子附着的粘性物质洗净，晒干贮藏。

白花曼陀罗各部分均含生物碱，以花中含量高，达0.43%。其中以东莨菪碱（Hyoscine）为主，莨菪碱（Hyoscyamine）次之。东莨菪碱为中药麻醉的主要成分。毛曼陀罗的花含总生物碱0.3～0.4%，主要为莨菪碱及东莨菪碱。药理实验：有中枢镇静、外周解M-胆碱作用。味辛，性温，有大毒。具平喘、止咳、麻醉、镇痛作用。主治哮喘，惊痫，胃痛，风湿痹痛，跌打损伤，并可作外科麻醉剂。种子可作阿托品原料。

（王亚淑）

白肋烟（burley）　**烟草**类型之一。是普通烟草的缺绿变异型。茎和叶脉乳白色，又称白色白肋烟（White burley）。**烟叶**用晾房调制成淡色晾烟。原产美国，主脉较粗，水分含量较高，叶片较薄，弹性强，**尼古丁**和总氮含量比**烤烟**高，烟气劲头大，含糖量低，具有很强的吸收能力。在一般工艺加工过程中，白肋烟吸收糖料40%以上，晒烟20～30%，烤烟仅10～20%。白肋烟有调和香气和吃味的作用，是混合型卷烟的重要原料，也是斗烟原料。白肋烟生长势较强，生长期较短，成熟集中。应以基肥为主，追肥为辅和施足基肥，早施追肥为原则。中国每公顷通常栽植2.25万～3万株。白肋烟抗逆性较弱，易受病虫为害，应采取轮作。烟叶成熟特征与烤烟相似，采收晾制以“三伏天”为宜。采收方法有两种。砍株法：当中部叶成熟时，离地面7～10厘米处将烟株割下，在田间凋萎后，用竿穿起，倒挂在晾房里晾制。采叶法：采后划破主脉，然后用绳穿起挂入晾房。中国多用此法。晾制过程中，叶色变化为淡绿→黄绿→淡黄→正黄→棕色→褐色。通过开关门窗和调整烟绳距离控制温湿度，温度要求16～33℃，相对湿度在66～80%的范围内。干燥程度以手捏叶片易碎、主筋易于折断为宜。晾制时间一般脚叶需15天左右，腰叶20天左右，顶叶25天左右。白肋烟美国生产最多，其次是意大利、西班牙、巴西、南朝鲜、马拉维、墨西哥等。中国50年代引进种植，主要集中在湖北、四川两省种植。

参考书目

白肋烟栽培与调制编写组：《白肋烟栽培与调制》，轻工业出版社，北京，1977年。

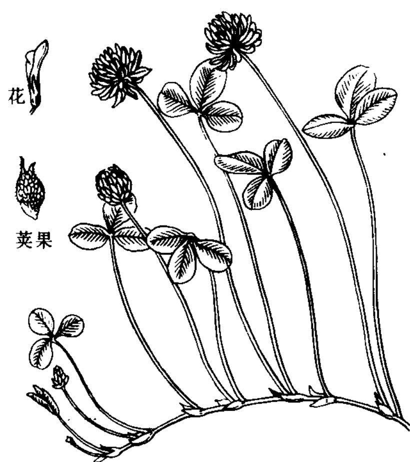
（洪其琨）

白木耳　见银耳。

白三叶（white clover）　豆科三叶草属中的一个种，学名*Trifolium repens* L.，多年生草本。又名白车轴草。原产于中近东，后传入欧洲和亚洲。16世纪后期荷兰首先栽培，1700年后传入英国，随后传入美国、新西兰。广泛分布于世界温带及亚热带高海拔地区。在新西兰、西北欧及北美东部等海洋性气候地区，生长尤为适宜。中国主要分布在南方高海拔及长江中下游的平原和低山丘陵地区。

特征　主根入土达1米，侧根发达，集中分布在表土层15厘米以内。主茎短，有许多节间，由节上长出匍匐茎，茎长30～60厘米，细软实心，能节节生根、长叶，并于叶腋长出新的匍匐茎向四周蔓延，侵占性强。掌状三出复叶，叶柄细长，草层高度可达30～40厘米。小叶倒卵形或倒心脏形，叶缘有细锯齿，叶面中央有“V”形白斑。托叶细小，膜质，包于茎上。全株光滑无毛，头形总状花序，着生于自叶腋抽出的比叶柄长的花梗上，小花众多，一般20～40朵，多的可达150朵，白色或带粉红色，异花授粉。荚小细而长，每荚有种

子3粒或4粒，种子细小，心脏形，黄色或棕黄色，有光泽，硬籽多，千粒重0.5～0.7克。可通过动物消化道自然传布（见图）。



白 三 叶

特性　喜湿润温凉气候，生长适宜温度为19～24℃，生存最低温度为-15℃。喜湿润环境，年雨量不宜少于600毫米。耐湿不耐旱，能耐荫，在林园下也能生长。耐热性差，气温35℃以上有夏枯现象。宜肥沃排水良好壤土与粘土，耐瘠能力亦较强。能耐酸，宜在土壤pH6～7的地方生长，pH4.5时也能适应。耐碱力差。

类型　可分为小叶型、中叶型、大叶型3种类型。大白三叶（Ladino）原产意大利，较高大，开花较迟，花数较少。产量高，常用作短期草地牧草。

栽培技术　种子细小，整地宜精细。早期生长缓慢，宜早秋或早春播种，单播每公顷需种子4.5～7.5千克。用作放牧，最适与红三叶、黑麦草、鸡脚草、苇状羊茅等混种。混种时，禾本科与白三叶产草量以2:1为理想，每公顷播种量分别为1～1.5千克和0.75千克，既可保持单位面积内干物质和蛋白质的产量，且可防止臌胀病的发生。对混种草地中禾本科应经常刈割，以免生长过盛，使白三叶受抑制而衰退。

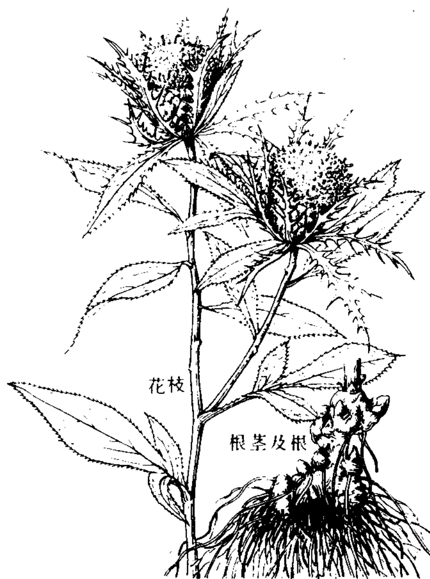
收获与利用　初花期刈割，年可刈割3次或4次，每公顷产鲜草35～45吨，高的可达75吨以上，产量均衡而稳定。茎叶柔软且叶多茎少，畜禽均喜食。花前干物质中粗蛋白质含量可达28%，而粗纤维含量仅占15%左右。主要氨基酸含量均较高，营养价值在各种牧草中居首位，茎枝匍匐地面，再生力强，耐践踏，最适于放牧。种子成熟时间长，影响产量，但可落地自生，绵延不衰，是暖温带或亚热带高山丘陵多雨地区永久草地不可少的牧草之一。茎叶中含有雌激素"香豆雌醇"（Coumestrol），长期放牧利用时可引起牛羊繁殖障碍。除供放牧外，也是一种很好的草坪和水土保持植物。

（梁祖铎）

白芍　见芍药。

白术（largehead atractylodes）　菊科苍术属中的一种，学名*Atractylodes macrocephala* Koidz.，多年生草本植物。根茎供药用，为中国特产。马王堆汉墓出土的《五十二病方》中已有用茉（术）治病的记载；唐代文学家柳宗元写过"种术"诗，说明了在8世纪时，白术已有栽培。主产浙江省，尤以磐安、东阳和新昌等县产量最多；江苏、安徽、江西、湖南和湖北等省亦产。

株高30～80厘米。根茎肥大，略如拳状，外皮灰黄色。茎直立，基部木质化，上部分枝。叶互生，茎下部叶片3深裂或5深裂，裂片椭圆形至卵状披针形，叶缘有细刺状齿，茎上部叶片分裂或不分裂。头状花序，顶生，总苞钟状，基部围有一轮羽状深裂的叶状苞片。花紫红色，全为管状花。瘦果椭圆形微扁，被黄白色绒毛。花期9月至10月，果期10月至11月（见图）。



白 术

喜凉爽气候，耐寒，怕高温和湿热，对土壤要求不严，但以排水良好富含腐殖质的砂质壤土为宜。种子在15℃左右开始萌芽，25～30℃为发芽适温，35℃以上发芽缓慢，并易霉烂。植株在30℃以下时，生长迅速，30℃以上，生长受到抑制。根茎生长的适温略低于地上部分，一般以26～28℃为宜。7月后根茎膨大，8月中旬至9月下旬，根茎膨大最快。生长前期如连续阴雨，可使植株生长不良，病虫害也较严重；后期如遇干旱，则可影响根茎的发育。

忌连作，栽过白术的土地，须隔5～6年才能再种。前作以禾本科作物为宜，不能与玄参、花生、甘薯、白

菜、烟草等作物轮作。从播种到收获，需二年时间，第一年播种育苗，第二年为大田栽种。前作收获后，进行冬耕，使土壤霜冻风化，可减少病虫害。3月上旬翻耕，施入厩肥及饼肥，然后耙平作畦。于3月下旬至4月上旬播种育苗，精选新鲜饱满、无病虫害的种子，采取条播或撒播。条播按行距15厘米，播幅6～9厘米，开平底沟播种。播后用焦泥灰、过磷酸钙和饼肥等混合覆盖，再覆土盖草。每公顷播种量为60～75千克。撒播，即将种子直接撒入畦面，每公顷播种量为75～112千克。出苗后，应及时拔草、间苗，并追施稀粪尿1～2次。如天气干旱，应在株间铺草防旱或早晚浇水。第一年培育作种的根茎，称为"术栽"，于10月上旬至11月上旬采收。挖出后，剪除茎叶及须根，剔除伤栽和病栽，放室内阴凉通风处3～5天后贮藏，有的地区也可采用砂藏层积法贮藏。

移栽期一般为12月下旬至翌年2月上旬。选取顶芽饱满，顶端细长，尾部圆大如蛙形的术栽，区别大小，分档穴栽，栽种密度每公顷18万～22.5万株。5月初，须勤除草，浅松土，以利根系生长。5月中旬后，植株生长进入盛期，一般不再中耕，杂草只宜拔除。7月上中旬现蕾后，进行摘蕾。因生育期长，除施足基肥外，还须追施苗肥及摘蕾肥，基肥用腐熟厩肥、饼肥及过磷酸钙等，苗肥可施人粪尿或硫酸铵。摘蕾肥对促进根茎发育，十分重要，宜施腐熟饼肥及人粪尿。此外，在生长后期用1%过磷酸钙浸出液进行2～3次根外追肥，也有一定的增产效果。多雨季节，须及时疏沟排水，因长期积水，易发生病害。8月下旬，根茎膨大明显，则需一定的水分，干旱时须适当浇水。高温季节宜用树叶或杂草遮荫。病虫害主要有铁叶病 *Septoria atractylodis*、白绢病 *Sclerotium rolfsii* Sacc.、立枯病 *Rhizoctonia solani*、锈病 *Puccinia atractylodis* Syd.、根腐病 *Fusarium oxysporum*；术籽虫 *Homoesoma* sp.、长管蚜 *Macrosiphum* sp.、小地老虎、蛴螬等。

10月至11月，茎秆转为黄色或褐色时即可采收。选晴天挖出全株，取根茎加工干燥。方法有日晒和火烘两种。日晒，即将根茎上的须根除去后晒干，称为生晒术；火烘系将根茎入炕床或烤房内烘干，称为烘术。商品以个大、体重、饱满、断面白色者为好。一般每公顷产干货3～3.75吨。留种的白术，应选生长健壮、分枝少而叶大的植株，每株除留5～8个生长良好、成熟度较一致的花蕾外，其它及时摘除，使养分集中，种子饱满。11月中旬采收，割取花枝，扎成小把，阴干后脱粒，晒干，贮藏于通风干燥处。为了防止混杂退化，可建立种子地，选择优良的种子及白术苗，专作留种用。

根茎含挥发油，主要成分为苍术酮、苍术醇。药理实验：有明显而持久的利尿作用，并能促进钠的排出；亦有抗凝血、强壮、升高白细胞和轻度降血糖作用；少量白术油能镇静和缓和胃肠蠕动。味甘、苦，性温。功能益气、健脾、燥湿。用于脾虚食少、倦怠乏力、腹胀、腹泻、痰饮、水肿及胎动不安。

（臧载阳）

白芷（dahurian angelica） 伞形科当归属中的一个种，学名 *Angelica dahurica* (Fisch.) Benth. et Hook.，多年生草本植物。李时珍《本草纲目》记载，初生根干为芷，所以叫白芷。古名白茝，别名祁白芷、兴安白芷。以根入药。分布于中国黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、河北等省（自治区）。朝鲜、日本、苏联也有分布。中国北方多有栽培，主产河南和河北等省。其变种杭白芷（川白芷）*A. dahurica* (Fisch.) Benth. et Hook. var. *formosana* (Boiss.) Shan et Yuan，同作白芷入药，中国南方地区多有栽培，主产四川和浙江等省。

白芷株高1～2.5米。根粗大，长圆锥形，有分枝，黄褐色。茎粗壮，圆柱形，中空，常带紫色，有纵沟纹。茎下部叶羽状分裂，有长柄。茎中部叶2～3回羽状分裂，叶柄下部成囊状膨大的膜质鞘。茎上部叶有显著膨大的囊状鞘。复伞形花序，花小，白色。双悬果扁平，花期6月至7月，果期7月至9月。杭白芷植株较矮，一般不超过2米。茎及叶鞘多为黄绿色，根上端近方形或类方形，灰棕色，皮孔样突起明显（见图）。



白 芷

适应性较强，喜温和湿润，能耐寒。因主根粗大，适宜在疏松肥沃的沙质壤土中栽培。整地时结合施足基肥，深翻约30厘米，作成宽1～2米的平畦或高畦。用

种子繁殖，采取直播，不宜移栽。播种期在8月下旬至9月初，过早幼苗生长快，促使翌年提早抽薹；播种过晚气温下降，发芽慢，幼苗易受冻害，产量降低。穴播按行株距35×15～20厘米开穴；条播按行距35厘米开浅沟，将种子均匀播下，然后盖薄土。穴播每公顷用种量约11千克，条播22千克。播后15～20天出苗，苗高5厘米左右间苗，15厘米左右定苗，除去小苗弱苗和生长过旺的苗，穴播每穴留1～3株，条播每隔10～15厘米留1株。苗期不宜追施过多氮肥，以免植株徒长促使次年抽薹率增加。营养生长期应多追肥，并适当增施磷钾肥，见有提前抽薹的植株及时拔除。病虫害有斑枯病*Septoria dearnessii*、根结线虫病*Meloidogyne* sp.；黄凤蝶*Papilio machaon*、棉红蜘蛛及蚜虫等。栽培一年后即可收获。春播在10月中下旬，秋播于翌年8月下旬，叶呈枯萎状态时刨收，晒干或炕干。按大小分别捆成把，每公顷可收干货3.75～6.00吨。

留种方法：可设留种田，或收获时留出一部分苗不挖，也可选苗留种。选主根直、中等大小的优良种根，在另外地块按行株距85～100×35厘米开穴斜栽，每穴栽种根一个，覆土约5厘米，于翌年6月开花，7月采种。主茎顶端花薹结的种子播后易提早抽薹，影响产量和质量，要用侧薹上结的种子留种。种子成熟期不一，当种皮呈黄绿色时分批剪下果穗，挂通风处阴干。隔年种子发芽率低，须用新种。

杭白芷的栽培方法与白芷基本相似，具体做法稍有差异，播种期四川为9月上中旬，浙江为9月上旬至10月中旬，翌年2月至3月定苗。播种当年可间作一些能在2～3月份前收的蔬菜。7月下旬至8月上旬收获。此时常遇阴雨，加工时需用硫磺熏，以防霉变。熏后及时晒干即成商品。

白芷根含呋喃香豆素为主的10种香豆素，如：比克白芷素（Byak-angelicin）、比克白芷醚（Byak-angelicol）、氧化前胡素（Oxypeucedanin）等；杭白芷含6种呋喃香豆素。药理实验：1∶10杭白芷水煎剂对大肠杆菌、宋内氏痢疾杆菌、霍乱杆菌等有抑制作用，比克白芷素对冠状血管有扩张作用。味辛，性温。有祛风散湿、消肿、排脓、止痛的功能。用于风寒感冒头痛、牙痛、鼻渊、白带、痈疖肿毒等症。（陈　震）

百脉根（birdsfoot trefoil）　豆科百脉根属的一个种，学名*Lotus corniculatus* L.，多年生草本。又名五叶草、牛角花、乌趾豆。为牧草绿肥作物。原产于欧亚两洲的温暖地带，中国贵州、云南省以及湖北省恩施等地有野生分布。适宜长城以南广大地区栽培。

主根深长，侧根发达。茎枝丛生，无明显主茎，茎长30～80厘米，光滑无毛，直立或匍匐生长。叶为三出复叶，叶柄基部有两片叶片状的托叶，常被误认为5个叶片。蝶形花冠，黄色。荚果长圆角状，似乌趾。每荚有种子10～15粒，千粒重1～1.2克（见图）。喜温暖湿润气候，耐瘠、耐湿，在瘠薄和排水不良的土壤上生长良好，微酸微碱土壤亦可适应。同时耐荫，可在林果行间种植。



百　脉　根

适宜条播，行距30～40厘米，播深1～2厘米，每公顷播种量约7～8千克。可与无芒雀麦、鸡脚草、牛尾草、多年生黑麦草等混播。种植当年，幼苗生长缓慢，第二年生长迅速。再生枝条多从叶腋长出，刈割留茬高10厘米以上，以利再生，一般每公顷产干草4 500～10 000千克。由于产量一般较低，国内外栽培面积较小。

茎叶含皂素低，放牧反刍家畜不易引起臌胀病。叶量多、质量好，即使刈割期延至盛花期，品质仍佳。鲜草含干物质23%，干物质中含粗蛋白质11.30%，粗脂肪2.17%，粗纤维22.17%，无氮浸出物54.36%，粗灰分10.0%。也可作为覆盖和水土保持植物。

（苏加楷）

板蓝根　见菘蓝。

半数体育种　见单倍体育种。

半同胞交配（half-sib mating）　同父异母或同母异父的子代中雌雄个体间的交配。因交配双

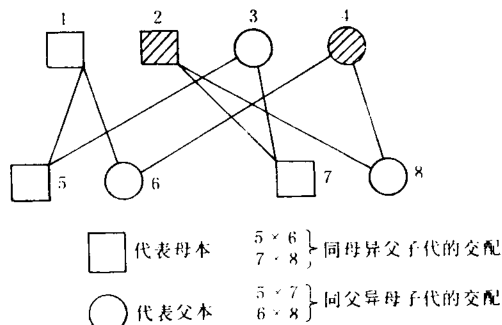


图1　半同胞交配

方有一个共同的亲本，故又称半兄妹交配（见图1）。半同胞交配是近亲繁殖的一种形式，与同胞交配均属同代近交。在一个杂合群体中，如果累代进行半同胞交配，将导致生活力的减退，基因趋向纯合化，并将出现性状的分离。与自花授粉及同胞交配相比，由于半同胞交配的亲本间亲缘关系相对较远，由此引起的遗传纯合化要相对缓慢和轻微。如图2所示，一对基因的杂合体经过连续6代自交（曲线A），后代群体中的纯合体接近100%；如果进行同胞交配（曲线B），10代以后纯合体达到90%以上；如果进行半同胞交配（曲线C），经过14代之后群体中纯合体还不到90%。可见，半同胞交配是一种比较温和的近交形式。

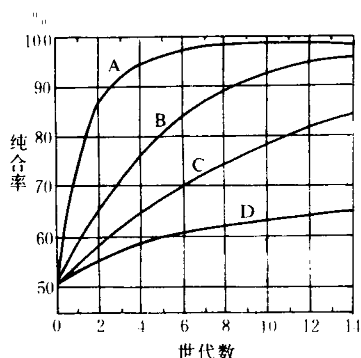


图2 不同近交方式的后代中，纯合体百分率在各代的变化情况

A. 自花授粉，经过6代，纯合率几乎达到100%

B. 同胞交配，经过10代，纯合率超过90%

C. 半同胞交配，经过14代，纯合率不到90%

D. 表兄妹交配，经过14代，纯合率不到70%

（戴景瑞）

半夏（ternate pinellia） 天南星科半夏属的一个种，学名*Pinellia ternata*（Thunb.）Breit.，多年生草本植物。李时珍著《本草纲目》曰："《礼记·月令》五月半夏生。盖当夏之半也，故名。"别名三叶半夏、三步跳、麻玉果。块茎入药。中国主产于南方各省（自治区），东北和华北地区亦产。

株高15～30厘米。块茎球形或扁球形。幼苗常为单叶，卵状心形；老株叶为3小叶复叶，小叶片椭圆形或披针形，羽状网脉，短柄。肉穗花序。浆果熟时红色。花期5月至7月，果期6月至9月（见图）。

喜温暖潮湿环境。耐寒，不耐干旱。宜疏松肥沃的砂质壤土。前作以豆科作物和玉米、高粱等为宜。耐荫蔽，可在林间或果树行间种植，也可与玉米间作。块茎及株芽繁殖，也可用种子繁殖。块茎繁殖：3月下旬至4月上旬下种，点播，行距12～15厘米，株距6～9厘米，栽深3～5厘米。每公顷需块茎225～300千克；珠芽繁殖：用叶柄下生长成熟的珠芽作种，点播，按行距10～16厘米，株距7～10厘米开穴，每穴种2～3个，覆土3厘米左右；种子繁殖：于3月下旬至4月上旬取出湿砂中贮藏的种子，于苗床按行距10～13厘米开浅沟播种，覆土1厘米。当苗长至7～10厘米时定植。半夏喜肥，除于整地时施足基肥外，于6月上旬叶柄下部内侧长珠芽时需追肥。当珠芽成熟落地时取行间的土培盖珠芽，以使珠芽在土内成长为半夏。主要病虫害有叶斑病、病毒病及红天蛾 *Deilephila elpenor*。块茎及珠芽繁殖于当年或第二年采收；种子繁殖须在第三四年采收。10月间挖起块茎，用清水洗净，除去外表粗皮，晒干。每公顷产干货约3.75吨。生半夏有毒，炮制后才能服用。



半夏

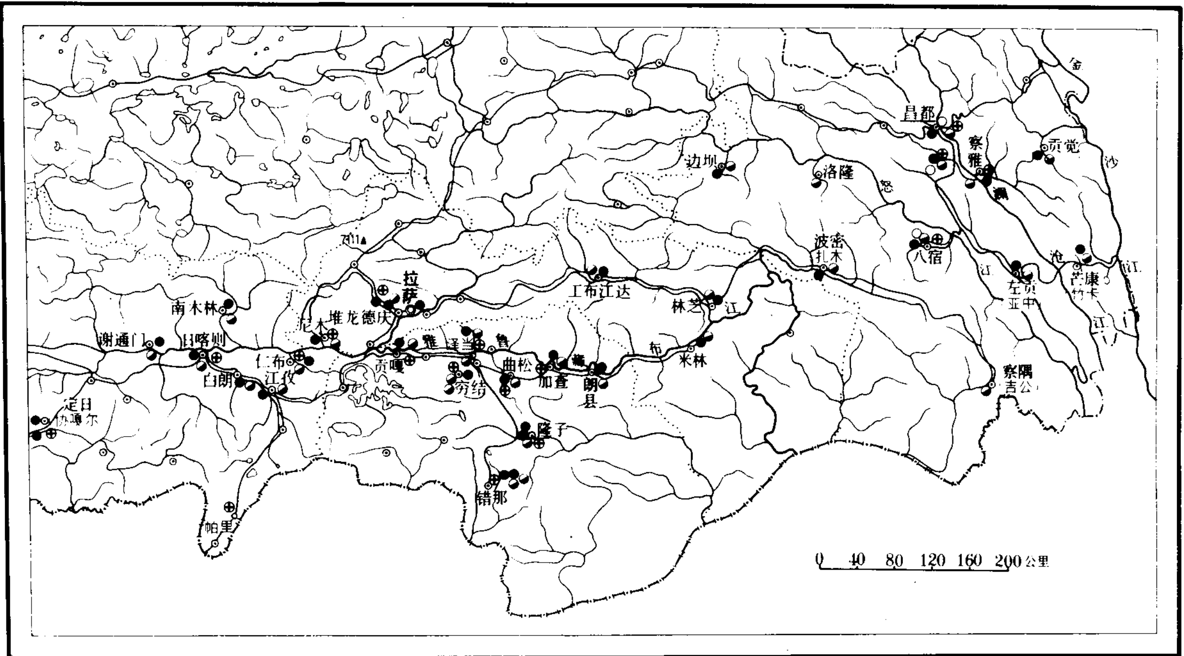
块茎含有β-谷甾醇-D-葡萄糖甙（β-sitosterol-D-glucoside）、3，4-二羟基苯甲醛葡萄糖甙及其甙元、2，5-二羟基苯乙酸（Homogentisic acid）及葡萄糖甙，此外，尚含有多种氨基酸及生物碱等。药理实验：有镇咳、止吐和防治实验性矽肺作用。味辛、性温，有毒。具有燥湿化痰，降逆止吐作用。主治咳嗽痰多、胸闷胀满、恶心呕吐。外用治痈肿。

（刘铁城）

半野生大麦（semi-wild barley） 由野生大麦向栽培大麦演化的过渡类型。以田间杂草形式存在，属普通大麦种 *Hordeum vulgare* (L.) Hsü。为二倍体，染色体数2n＝2x＝14，核型与栽培大麦基本相同。具有碎穗特性，比栽培大麦早熟半个月左右，穗轴自然断裂后入土进行繁衍，形成时空隔离机制。与其它野生大麦种杂交后代不育，存在遗传隔离。

半野生大麦主要分布在中国西藏自治区（见图）。在东起四川省西部鲜水河流域、昌都地区、澜沧江流域，西至阿富汗以至中东，南起帕里、亚东以至尼泊尔、印度，北至中国青海省东部农业区均有分布。

半野生大麦有半野生二棱大麦 *H.* ssp. *spontaneum* C. Koch，半野生六棱大麦 *H.* ssp. *agriocrithon* Aberg emend Shao和瓶状大麦 *H.* ssp. *lagunculiforme*。半野生二棱大麦又分为钝稃野大麦var. *in-*



⊕ 二棱半野生大麦　● 六棱有柄半野生大麦
六棱无柄半野生大麦　六棱裸粒半野生大麦

中国西藏半野生大麦的地理分布图

haburense (Boiss) Nābělek，尖稃野大麦var. *ischnatherum* (Cosson) Thell 和芒稃野大麦 var. *proskowetzii* Nābělek 等变种。半野生六棱大麦中还包含一个半野生六棱裸粒变种 var. *nudum* Shao。上述变种在西藏自治区均有分布。1938年瑞典学者E.欧伯格(Aberg)曾报道他在中国四川省甘孜地区的道孚县藏族集居地区发现了一种野生六棱大麦，并认为是栽培大麦的直接祖先。这一报道引起了国际学术界很大的兴趣，对大麦起源提出了新的假说，认为栽培大麦起源于西藏半野生六棱大麦。70年代后，中国学者多次考察了西藏的半野生大麦，收集记载了22个新类型。如此众多的变种类型，在世界其它地区尚属罕见。半野生大麦的发现，对进一步研究大麦的进化具有重要意义。经染色体核型，同功酶酶谱分析和农艺性状的鉴定，中东地区的野生二棱大麦更具有野生特性。

中国藏族人民在半野生大麦完全成熟和穗轴断裂之前收割，直接用作牲畜饲料，或利用其籽粒酿酒、磨粉做糌粑。

(邵启全)

爆裂玉米 见玉米类型。

鲍文奎 (1916～　　) 遗传学家，多倍体育种家。浙江省宁波人。1935年考入中央大学农学系，1939年在重庆毕业，就职于四川省农业改进所。1947年赴美留学，在加利福尼亚理工学院研究生部生物系化学遗传专业读研究生，获博士学位。1950年回国，在四川省农业科学研究所工作。1956年调到中国农业科学院，历任多倍体育种研究室主任、作物育种栽培研究所研究员、副所长兼遗传系主任。1981年当选为中国科学院生物学部委员，任中国遗传学会、中国植物学会理事。



鲍文奎多年来一直从事禾谷类多倍体遗传育种研究。他主持的异源**八倍体小黑麦**育种研究，通过运用不同类型的可杂交基因，制造了数千个异源八倍体品系，为这个新物种创立了丰富的人工合成种质资源，基本上解决了国外学者一直难以解决的结实率和种子饱满度问题，选育出一批抗逆性强、蛋白质含量高、发酵品质好的**小黑麦**品种，已在我国西南、西北部分山区试种推广，1978年获得全国科学大会奖。同时，还主持同源四倍**体水稻育种**研究，建立了内容丰富、类型多样的同源四倍体水稻基因库，利用多元复交综合亲本的优良性状，通过多轮杂交选择不断改善提高水稻四倍体选系的重要农艺性状和产量水平。他还主持进行四倍体水稻无性系速繁研究，也取得了一定进展。先后发表的论文有四五十篇，其中重要的有："几种禾谷类作物的同源多倍体和双二倍体的研究初报"、"禾谷类作物的

多倍体育种方法的研究"。著作有《八倍体小黑麦育种与栽培》等 （陈志勇）

北沙参 见珊瑚菜。

笔花豆 (schofield stylo) 豆科笔花豆属的一个种，学名*Stylosanthes guianensis* (Aubl.)SW.或*S. gracilis* H. B. et K. 又名巴西苜蓿（Brazilian lucerne）、热带苜蓿（tropical lucerne.），多年生牧草。原产拉丁美洲，主要分布于巴西北部。热带地区几乎均有栽培。1962年从中美洲引入中国广东、广西、台湾等地亦有栽培。主要栽培品种有斯科菲尔德(Schofield)、库克(Cook)、恩迪沃尔（Endeavour）和格雷厄姆（Graham）。根系发达，主根深达2米。茎细，长1.5～2米，被茸毛。三出复叶，小叶披针形，长1.5～5.5厘米，宽0.7～1.3厘米，托叶合生，鞘状，生于叶柄基部。短穗状花序，花小，黄色或橙色。荚果扁平，有荚节1～2个。种子肾形，黄褐色，每千克26.4万～35.2万粒（图）。喜热带潮湿气候和热带季风气候。适生于23° S～23° N之间，年平均温度19～23℃，最低月平均温度7～16℃，年降雨量 1 000 毫米以上的地区。15℃仍能生长，10℃以下受冻，0℃叶片脱落，零下2.5℃冻死。耐旱、耐酸、耐瘠，亦可耐短期积水，但易感染炭疽病（*Colletotrichum gloeosporioides*)，每公顷产种子100～200千克，最高可达330千克。硬籽率30～75%，播种前用55℃水浸种25分钟或85℃水浸 2 分钟，用擦种机擦破种皮，或用浓硫酸处理10分钟，均可提高发芽率。通常采用条播，行距80～100厘米，每公顷播种量0.5～2.0千克。可与**大黍**、**非洲狗尾草**、**盖氏虎尾草**、棕籽雀稗 *Paspalum plicatulum* Michx. 等禾本科牧草混播，建立人工草地。亦可用插条种植。单种时，草层高60～70厘米，离地面30厘米刈割为宜，一年可割2～3次。每公顷产鲜草22～45吨。干物质含粗蛋白质16.4～18.6%，粗脂肪1.36～1.80%，粗纤维26.0～31.0%，无氮浸出物42～44%，适于作冬季青饲料，晒制干草，制干草粉或放牧。 （蒋侯明）



笔 花 豆

秕谷 (unfruitful seeds of millet) 粟穗成熟后仍有一部分不饱满粟粒和空壳，通称秕谷。秕谷粒数占总数的百分数叫做秕谷率。由于粟一穗花数众多，在正常情况下都有秕谷发生。但秕谷比例大则减少产量。因此秕谷率可作为丰歉年的指标。一般秕谷率20～25%，严重时可达50%以上。

造成秕谷的原因 ①种性因素。粟品种间秕谷率有差别。适应异常环境条件的能力也有差别，如某些抗旱品种即使遇旱年秕谷率也低。②生理因素。有机营养是籽粒建成的基础。有机营养丰富，即净光合生产率和干物质积累量高，秕谷率就低。有机营养不足，位于穗子顶部和基部的小花，和位于穗分枝下部的劣势花均易形成秕谷。影响有机营养的因素，如抽穗后叶数的多少，叶面积指数的大小，氮素的不足或过多，磷素不足或缺硼，生育后期土壤水分过多或不足，都能直接或间接影响有机物质的合成与运转，造成穗部营养不足而形成秕谷。③气候因素。开花期受雨、露、雾或大风等不良气候因素的影响，花粉易吸水破裂，影响受精。秋雨过多，减少日照影响光合作用。暴风雨易造成倒伏。雨后骤晴，若高温曝晒，易造成早枯。成熟前温度降低或早霜易造成冷冻为害。上述各种因素都能形成大量秕谷。④病虫害因素。病虫害有的侵叶、伤根、蛀茎；有的破坏输导组织和繁殖器官，因而直接或间接增加秕谷。

减少秕谷的主要措施 造成秕谷的原因复杂，应针对不同情况，采取相应措施。选用区域化良种，有计划地实行异地换种；正确地选择播种期；提高氮磷营养及微量元素水平，充分满足粟对养分的要求；合理密植、放宽行距，调节群体结构，改善田间生态环境，促进有机物质的合成与运转；加强田间管理，培养壮根，防止倒伏和早衰；防治病虫害都是减少秕谷的重要措施。 （古世禄）

秘鲁香 (perubalsam balmtree) 豆科南美槐属的一个种，学名 *Myroxylon pereirae* L. f.，常绿乔木。树干割伤后渗出褐色油状树脂是名贵的香料，因其从秘鲁的卡亚俄港（Callao）出口而得名。香脂主要成分为60%安息香苯甲酯（benzyl benzonate）、40%桂皮酸苯甲酯（benzyl cinnamate）等，除作香料外也供药用，内服可杀菌祛痰，外敷有止血、治疗疥疮、皮肤癣等功效。原产中美洲，分布于墨西哥南部、危地马拉、洪都拉斯和萨尔瓦多，以萨尔瓦多太平洋沿岸最多，年产香脂约5 000余吨。西非洲和印度、斯里兰卡等国也有栽培。20世纪60年代引入中国华南地区试种成功。株高约30米。奇数羽状复叶，由7～11

片小叶组成，小叶椭圆形，全缘。总状花序顶生，花白色。荚果黄色，内含一粒种子。同属植物还有吐鲁香*Myroxylon balsamum*（L.）Harms.。60年代海南省已试种成功，其形态与秘鲁香相似，叶较窄，不卷曲，具锐尖。分布于巴西、阿根廷、哥伦比亚、委内瑞拉。树脂的功效同秘鲁香。阳性树种，耐旱。要求年平均温度20～21℃，绝对最低温度不低于0℃，年雨量1 100～2 000毫米，深厚肥沃的砂壤土。在原产地分布在海拔1 000米以下，在600～900米的山地生长最好。在干旱的草原地区，一般用作咖啡的荫蔽树管理粗放，少病虫害。种后10年开花结果，胸径15厘米以上的15～20龄母树旱季割脂。割脂方法：在离地30～50厘米处割去15×5厘米树皮，深至木质部，也可凿成"V"形伤口，烧焦伤口边缘，数日后，开始流脂，塞入纱布吸脂，7～10天后，取出吸满香脂的纱布，再烧伤口，能流出更多的香脂。如此反复三次后，在原伤口上部另开新割口，取脂方法同前。3～4个月后割口愈合。香脂提取方法：将树皮和吸有树脂的纱布放入容器加水煮沸2～3小时后香脂融化，挤出混合液，香脂比重大，下沉，蒸去水分，即得秘鲁香脂。也可用有机溶剂提取，单株年产脂1.8～2.2千克，在南美洲，香脂用铁罐包装成商品，每罐27千克。

（丁慎言）

蓖麻 (costarbean)　大戟科蓖麻属，普通蓖麻种，学名*Ricinus communis* L.，一年生或多年生草本。子实富含油分和蛋白质，是重要的工业原料。中国古名为萞麻、螕麻。

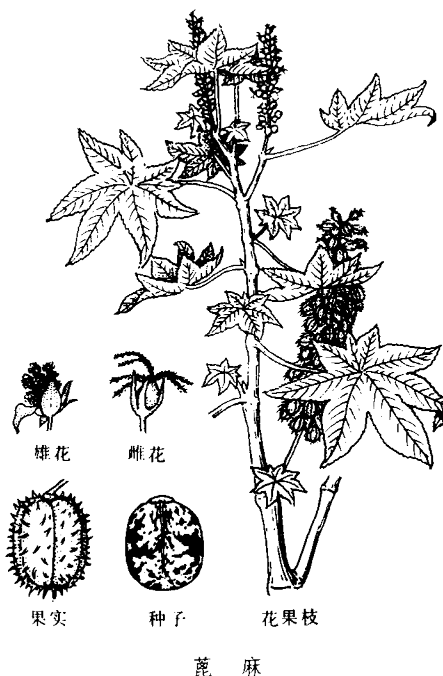
蓖麻是世界上古老的油料作物之一。在古希腊、埃及、罗马和阿拉伯的古文献中都有记述。蓖麻原产非洲，后传入亚洲、美洲、欧洲。在非洲通常是在烟草、甘薯地周围，作篱栅防护植物种植。蓖麻株色多样，还可作为观赏植物种于庭院、宅旁。20世纪航空工业的飞速发展，需要大量不冻结的润滑油，促使蓖麻生产获得广泛发展，一跃成为大田作物，在世界广为栽培。中国南北朝时期的《玉篇》、北宋的《图经本草》等古文中都有蓖麻记述，已有1 400多年栽培历史。至于从印度何时传入中国尚待考证。

经济价值　蓖麻油特性是粘度大、比重高（0.958～0.968）、在－18℃的低温下不凝固，在500～600℃高温下不变质、不燃烧。蓖麻油的脂肪酸中约含90%的蓖麻酸，在主要油脂中只有橄榄油（含油酸80%）、桐油（含桐酸80%）能与它媲美。蓖麻油易溶于无水乙醇、冰醋酸等极性溶剂，而难溶于石油醚、三氯甲烷、乙醚、苯等非极性脂肪溶剂。蓖麻油除为制高级润滑油的原料外，也是重要的化学工业和医药工业原料。制油后的副产物饼粕含有丰富的蛋白质。其组成与大豆、花生相似，由于蓖麻籽内蛋白质中含有蓖麻碱、蓖麻毒蛋白、血球凝集素等有毒成分，迄今还未直接作为饲料开发利用，大多只作为肥料使用。蓖麻叶可饲养蓖麻蚕。

生产与贸易　蓖麻主产国有巴西、印度和中国。1981年世界蓖麻油出口量36.56万吨，其中巴西为15.8万吨，占总出口量的43.25%。1986年世界蓖麻油产量为110.3万吨。美国是主要进口国。

中国各地均有分布。但较为分散，仅以东北、华北种植面积较为集中。生产最多的有内蒙古、吉林、辽宁、黑龙江、山西、山东、台湾等省（自治区）。

形态特征　蓖麻根深、叶茂、多分枝、花期长，为草本作物中的大株作物（见图）。



蓖　麻

根　由主根、侧根、支根组成圆锥根系。侧根3～7条，主、侧根同生许多支根，产生若干毛根。主根入土深可达2～4米。

茎　高可达1.5～3米，多年生蓖麻主茎能长至10米左右。呈圆筒形，中茎分枝。通常主茎有8～11个节，多的可达18节以上。愈早熟品种，节间愈短。茎色因品种而异，常见为绿色、玫瑰色、紫色等。

叶　呈掌状分裂，一般7～11个裂片，裂口深浅因品种而异，叶缘锯齿状。叶片及叶柄交界处有呈小盘状的蜜腺，为蓖麻一个典型特征。

花　雌雄同株异花。雌花在上，雄花在下，成为螺旋状排列的聚伞形花序。同一花序，雌花开放先于雄花。雌花中，花被上着生的雌蕊，是2个2浅裂缨子状的柱头，呈深红或暗红等色。子房3室，每室发育一个胚珠。雄花着生双分枝的雄蕊，500～1 500个

不等。同一植株开花次序是先主茎后分枝，由里至外，从上而下开放。自然界中单性雌株或单穗为雌性花的现象偶而可见。

果实　三室蒴果，每室一粒种子。球形或椭圆形，大小各异。外壳光滑、皱缩、有刺或无刺等类型。有绿、黄、玫瑰、紫和红色之别。干枯的蒴果易炸裂散落出种子。成串的果穗有塔状、圆柱、圆锥、纺锤等形。

种子　由种皮、种阜、胚及胚乳组成。种皮坚硬光滑，其上呈现色彩、形状各异的斑纹。胚乳白色，含油率可达70～80%，种子大小悬殊，千粒重180～1 000克。粒形有卵圆、椭圆、近方形等。

对环境条件要求　蓖麻生育期长，开花结果先后不一。从出苗至主果穗种子成熟，需85～115天；蓖麻性喜温，生育期间所需≥10℃的活动积温为2 000～3 500℃。种子发芽最低温度不能低于10℃。随着温度升高植株生长速度加快。超过35℃时则会受阻。对冻害反应敏感，幼苗在春寒－0.8～1℃时会冻死，植株在秋寒－2～－3℃会冻伤，以致凋萎死亡。地处热带的蓖麻常年不衰；对光照反应比较敏感。如中国北方高纬度地区的品种南移表现早熟。而南方低纬度地区品种移至北方种植，迟迟不能正常开花结果；根系强大，植株被有蜡质，具有较强的抗旱能力。种子皮壳坚硬，吸水缓慢，以致出芽时间较长。种子吸水达到自重的一半即可发芽。苗期土壤含水量不能偏大，一般在12～14%左右，进入花果期，要求土壤含水量在15～20%左右；蓖麻适应性广。但土层深厚、质地疏松、有机质含量多、排水性能良好的壤土和砂壤土，则植株发育良好。因它有一定程度耐盐碱和耐弱酸能力，故在pH值为4.5的酸性土壤和含壤量为0.3～0.4%的土壤上亦能生长。排水不畅的重粘土地不宜栽植蓖麻。

栽培技术　整地时结合施用腐熟有机肥作基肥，穴施。种壳坚硬出苗慢需浸种催芽，采用45～50℃的温水浸种20小时左右，捞出摊开，置于20℃的室温，待种子破口露芽时即可播种。以10厘米土层地温不低于10℃时播种。中国北方多在4月中下旬、南方可在2月至3月播种。种植密度，原则是肥地宜稀、瘠地宜密。机械栽培者，每公顷可在3.5万～7.5万株。人工种植者，每公顷1.2万～1.8万株亦可。当长出两片真叶时，结合间苗进行第一次中耕培土。最后一次应在开花前进行。整枝是控制植株生长的有效措施。方法如下：剥芽保花，即去掉未成花序的腋芽；将主茎顶端生长点去掉，让其叶腋间再发新枝。立秋与处暑间剪去营养枝，以减少养分损耗，促使秋籽成熟。

对多年生蓖麻可锯伐更新，以降低株高，一般离地面30厘米左右处将主干或一级枝锯伐，保留3～4个侧芽。锯伐后一月左右进行疏芽，每株选留壮芽2～3个。再追肥一次以促新枝发育。

蓖麻采收　正常成熟的蒴果呈柠檬色或黄褐色，果瓣开始出现裂纹，即可将成串果穗剪下。宜在晴天上午进行。蒴果应及时摊晒。若遇阴雨天气，切忌堆放过厚，以防发热霉变。采回的蓖麻果实带有果壳，需要进行脱壳保存。　（傅福勤）

扁蓄豆 (ruthenian medic)　豆科扁蓄豆属的一个种，学名*Pocockia ruthenia* (L.) Boiss.。多年生草本。又名花苜蓿、野苜蓿。牧草作物，典型草原和沙性植被的伴生种，稀见于草甸草原。多生于沙地、丘陵地、河岸沙质地等处。中国东北各省，内蒙古、山西、陕西、四川等省（自治区）均有分布；苏联西伯利亚、朝鲜和蒙古人民共和国也有。

根发达；茎常四棱形，疏生短毛，长20～60厘米，斜生或平卧，多分枝；羽状三出复叶，小叶圆形或倒卵形，先端钝或微凹，有小尖突，叶脉明显；总状花序，腋生，稀疏，着花4～10朵，总花梗超出叶片，苞片极小，锥形，花黄色带深紫色斑，花萼钟状；荚果扁平，矩圆形，顶端钝而稍宽，网脉明显，先端有短喙，含2～4粒种子。种子椭圆形，淡黄色，千粒重2克左右（见图）。扁蓄豆抗旱性和抗寒性均较强。为一种分布广的旱生植物。种子硬实率高达70%左右，故播种前要擦伤种皮；种子小宜浅播，播深1～2厘米，每公顷播量7.5～12千克；可在雨季初期播种，行距20～40厘米。



扁　蓄　豆

扁蓄豆草质柔软，营养价值高。开花期风干草，含水分10.1%，干物质含粗蛋白质17.35%，粗脂肪4.62%，无氮浸出物22.41%，粗纤维38.73%，灰分6.88%。适口性好，各种家畜均喜食。

（吴渠来）

扁穗牛鞭草　禾本科牛鞭草属的一个种，学名*Hemarthria compressa* (L. F.) R. Br.，多年生草本植物。又名牛仔草、马鞭梢、扁担草。为优良牧草。主

要分布在广东、广西、福建、云南、四川等省（自治区）。

根系发达，主要集中在30厘米深的耕作层内，有长根状茎，茎秆长达1～1.5米，匍匐地面，茎节着地生根，密植时茎秆斜上生长，为根茎疏丛型；叶鞘压扁，鞘口有疏毛；叶片条形，长15～20厘米，宽5～7毫米。总状花序微扁，长5～10厘米；小穗扁平，成对着生于穗轴各节上，有柄的不孕，无柄的结实；种子成熟易脱落。喜温暖湿润气候和微酸（pH5）的湿润土壤。耐短期田间渍水。在干旱和瘠薄的土壤则生长不良。在四川及江苏南部均可自然越冬。春季平均气温7℃时萌发，气温升高，生长加快，遇霜冻则上部枯萎，冬季休眠。

以无性繁殖为主，割取孕穗前的地上茎，3～4个节一段，按行距25～30厘米，株距4～5厘米斜放于栽植沟上，埋土至2～3节位，保持适当水分即可成活。雨季，用有1～2个节的茎段栽植。盖土深3～5厘米，10多天即可出苗。对氮肥十分敏感，除播种前施有机肥外，生长期间追施速效氮肥增产显著。当株高达60～100厘米时即可刈割利用，留茬高3～5厘米。春栽当年可刈割2～4次，第二年可刈割4～6次，每公顷产青草75～113吨，青饲草食家畜及养鱼。拔节中期刈割的青草含干物质15.57%，干物质中含粗蛋白质10.79%，粗脂肪1.99%，无氮浸出物49.0%，粗纤维31.28%，灰分6.94%。（苏加楷）

扁穗雀麦 (rescuegrass)　禾本科雀麦属的一个种，学名*Bromus carthacticus* Vahl.，短期多年生草本植物。作饲料用。原产阿根廷，中国云贵高原也有野生类型。现在的栽培种是从美国、新西兰、阿根廷等国引进的。云南省有少量栽培。

须根发达；茎粗大扁平，株高80～110厘米；叶长20～30厘米，稍有柔毛；圆锥花序，开展，长15厘米，分枝，顶端着生2～5小穗，小穗含6～12朵小花，排列密集重叠；种子多，千粒重10克左右。

喜温暖湿润气候，不耐寒，也不耐高温，耐盐碱能力较强，耐旱、不耐涝。适于温暖又无严冬酷暑的地区生长，在云贵高原，能在冬季生长。喜肥沃的粘质土壤。收种容易，产量也高，北方春播，夏季即可收到种子，收种后仍可再生。

南方冬季温暖地区宜秋播，可利用两三年，北方宜春播当年利用。一年可收三四茬，每公顷产干草7 500千克左右。种子产量可达1 500～2 200/千克/公顷。由于需肥量高，宜施有机肥和追施化肥，用作收草的播种量30千克/公顷，留种的22千克/公顷。种子成熟后易脱落，要及时收获。

扁穗雀麦适口性好，可以青饲，也可以晒制干草，还可以利用刈割后再生草放牧。其鲜草含干物质30%，粗蛋白14.7%，粗脂肪1.0%，粗纤维7.3%，无氮浸出物12.6%，灰分4.4%。（耿华珠）

变异 (variation)　在一定的内外环境条件下，由遗传物质发生改变而引起的表现型变异称为遗传变异。这种变异一旦发生之后，能够以一定的方式传递给后代。

遗传变异有5种类型：①基因重组：两对或两对以上基因以不同的方式相互结合，产生出与两亲不同的新遗传组成的后代。基因重组往往通过不同个体杂交而实现，或由杂合个体进行自交而分离出来。②基因突变：基因分子内部发生某些化学变化而产生亲代没有的新变异，如芽变等。③染色体结构变异：由染色体结构变化而引起的染色体缺失、重复、倒位和易位。④染色体数量变异：由染色体数目的增减引起的变异，包括整倍体变异和非整倍体变异。⑤细胞质基因变异：由质体、线粒体和其它细胞质微粒中遗传物质的改变而引起的变异。

遗传变异是生物进化的基础，也是品种发生退化现象的重要因素。

非遗传变异是指由一般外界环境条件（如水分、日照、矿质营养等）的变化引起的变异。这种变异仅仅影响了个体的发育过程，没有引起遗传物质的变化，所以不能传递给后代。例如同一小麦品种的不同植株，在高度和籽粒重量等方面也会有所不同。同一品种家禽喂以不同饲料会产生体型大小、产卵量上的差异。这些变异都是不遗传的。

遗传和变异是生命的两个基本特征。生物在个体发育过程中，既有遗传现象，又有变异发生，遗传和变异是相互联系的。通过遗传生物才能保持物种的相对稳定性，重复获得亲代的固有特征，但仅有遗传生物就不能发展。变异为生物带来了新的东西，但只有通过遗传才能巩固这些新的变异。而自然选择使那些对生物有利的变异得到保留、积累和加强，成为新的类型，生物才得以发展和进化。（宋同明）

变异数 (measures of variation)　描述变数分布离散性的特征数，反映资料的变异程度。其类别较多，常用的有极差、方差、标准差、变异系数和标准误，其中以方差和标准差应用最多。

极差　变数中的最大值与最小值之差。也称全距。以符号R表示。R仅决定于资料的两个极端值，不能反映整个资料的变异度，且易受不正常极端值的影响，一般仅用于小样本（n≤10）。

方差　反映数据相对于平均数的波动情况，是度量变异的重要特征数。总体方差σ^2是各x_i的离均差平方$(\chi_i-\mu)^2$与其概率$\frac{1}{N}$或$\frac{f_i}{N}$的乘积之和，其中N是有

限总体容量，见(1)式：

(1) $$\sigma^2=\frac{SS}{N}=\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i-\mu)^2}{N}$$

$$\sigma^2=\frac{\sum_{i=1}^{N}f_i(x_i-\mu)^2}{N}$$

样本方差也称均方，常以S^2，V或MS表示，是样本平方和$SS=\sum(x_i-\bar{x})^2$除以自由度$(n-1)$之商，其中n是样本容量，见(2)式：

(2) $$S^2=\frac{SS}{n-1}=\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2=\frac{\sum_{i=1}^{p}f_i(x_i-\bar{x})^2}{n-1}$$

样本方差需用$(n-1)$为除数，是由于①一个由n个观察值组成的样本，受到$\sum(x_i-\bar{x})=0$这一条件的限制，只有$(n-1)$个观察值可以自由度变动；②可以证明，S^2只有用$(n-1)$为除数，才是σ^2的无偏估计。

标准差 方差的算术平方根值。方差中的离均差取平方值，其单位亦随之平方，标准差则使度量单位还原。总体标准差σ和样本标准差S都是反映各x_i值对均数的平均离散程度，其定义见(3)式和(4)式：

(3) $$\sigma=\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\frac{1}{N}(x_i-\mu)^2};\ \sigma=\sqrt{\sum_{i=1}^{p}\frac{f_i}{N}(x_i-\mu)^2}$$

(4) $$S=\sqrt{\frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{n-1}};\quad S=\sqrt{\frac{\sum f_i(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$$

经数理统计证明，S不是σ的无偏估计。

变异系数 标准差S与均数$\bar{x}$之比，见(5)式：

(5) $$CV=\frac{S}{\bar{x}}\times 100$$

变异系数CV是一个纯数，度量着变数的相对变异，可用以比较不同质的资料的相对变异程度。

标准误 统计数抽样分布的标准差。它度量统计数的抽样误差，从而说明所得统计数的可靠性和精确度，并成为统计推断的重要依据。根据不同的统计数分布，较常用的标准误(采用较通用的简称)有：平均数标准误$\sigma_{\bar{x}}$和$S_{\bar{x}}$，平均数差数标准误$\sigma_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$和$S_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$，差数均数标准误$S_{\bar{d}}$，回归系数的标准误$S_b$，回归系数差数标准误$S_{b_1-b_2}$，相关系数的标准误$S_r$，相关系数差数标准误$S_{r_1-r_2}$等。其定义式见(6)式～(12)式：

(6) $$\sigma_{\bar{x}}=\frac{\sigma}{\sqrt{N}};\qquad S_{\bar{x}}=\frac{S}{\sqrt{n}}$$

(7) $$\sigma_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1}+\frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

$$S_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1}+\frac{S_2^2}{n_2}}$$

(8) $$S_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{\sum(d-\bar{d})^2}{n(n-1)}}$$

(9) $$S_b=\frac{S_{y/x}}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2}}$$

(10) $$S_{b_1-b_2}=\sqrt{\frac{S^2_{y/x}}{SS_{x_1}}+\frac{S^2_{y/x}}{SS_{x_2}}}$$

(11) $$S_r=\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}$$

(12) $$S_{z_1-z_2}=\sqrt{\frac{1}{n_1-3}+\frac{1}{n_2-3}}$$

(马泽仁)

表土耕作 (surface tillage) 使用铲、耙、耱、磙等农具改善耕作表层结构和表面状况的土壤耕作措施的总称。包括灭茬、耙地、耢(耱)地、平地、浅松、耖田、镇压等。它的耕作深度一般为3～10厘米。与**基本耕作**相比，作用土层浅，影响时期短，操作的次数较多。可为作物**播种**、**移栽**及其生长发育创造良好的表层土壤环境。土壤经过翻耕或深松耕之后，地面起伏不平，耕层过松，表土不够细碎，需要通过表土耕作进一步整细整平。在出现垡块和坷垃时，进行表土耕作尤为必要。有时，为了减少耕作次数，争取农时，也可用表土耕作代替**基本耕作**。在需要灌溉、排水情况下，常于播前筑畦、起垄或开沟，为播后田间管理做准备。从这些角度看，表土耕作既是**基本耕作**的补充，又是作物播种、出苗和田间管理的基础(见**整地**)。

(刘含莉)

标准偏回归系数 (standard partial regression coefficient) 偏回归系数的标准化量。偏回归系数b_i都有具体的单位，其分子为y变数单位，分母为x_i变数单位。由于各x_i变数的单位不同或变异度不同，b_i的大小不能说明x_i变数对于y的作用大小。为比较各自变数对于改变或控制y的相对重要性，可将b_i的分子和分母分别除以y变数和x_i变数的标准差，即得到标准偏回归系数b_i^*：

$$b_i^*=b_i\sqrt{\sum(x_i-\bar{x}_i)^2/\sum(y-\bar{y})^2}$$

此b_i^*是一纯数，它说明当x_i变数每增加一个标准差单位时，y变数平均将增加$(b_i^*>0)$或减少$(b_i^*<0)$ b_i^*个标准差单位。因此，从b_i^*的绝对值大小，即可推断各自变数对于y的作用大小。这对于在一个多变数系统中，发现关键因素(自变数)以改变和控制y变数，有重要意义。

在数量遗传和环境生态研究中，标准偏回归系数b_i^*又称为通径系数，并记为P_i或$P_{i\to y}$，这是从网络理论出发的。

如果未曾得到偏回归系数b_i，则b_i^*可由下列计算程序得出：先定义m个自变数的相关矩阵A，m个自变数和y变数的相关列向量Y以及未知元列向量B^*如：

$$A=\begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mm} \end{pmatrix}$$

$$Y=\begin{pmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ \vdots \\ r_{my} \end{pmatrix} \cdot \quad B^*=\begin{pmatrix} b^*_1 \\ b^*_2 \\ \vdots \\ b^*_m \end{pmatrix}$$

由A可得其逆阵A^{-1}：

$$A^{-1}=\begin{pmatrix} C'_{11} & C'_{12} & \cdots & C'_{1m} \\ C'_{21} & C'_{22} & \cdots & C'_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ C'_{m1} & C'_{m2} & \cdots & C'_{mm} \end{pmatrix}$$

于是即得：

$$B^*=A^{-1}Y$$

对b^*_i作$H_0:\beta^*_i=0$对$H_A:\beta^*_i\neq 0$的假设测验时，可求得b^*_i的标准误$S_{b^*_i}$为：

$$S_{b^*_i}=S^*_{y/12\cdots m}\sqrt{C'_{ii}}$$

这里的$S^*_{y/12\cdots m}$是标准化的m元离回归标准误：

$$S^*_{y/12\cdots m}=\sqrt{(1-R^2)/(n-m-1)}$$

R^2为多元决定系数：

$$R^2=(B^*)^T Y \qquad (B^*)^T\text{为}B^*\text{的转置}$$

因此，由$t=b^*_i/S^*_{b_i}$（自由度为$n-m-1$）即可推断b^*_i的显著性。这里b^*_i的t值，一定和多元线性回归分析中b_i的t值相同。 （莫惠栋）

冰草 (crested wheatgrass)

禾本科冰草属的一个种，学名*Agropyron crastatum* L.。多年生草本。又名扁穗冰草、大麦草。为干旱、半干旱地区寿命长的优良牧草。广泛分布于苏联亚洲部分的寒冷干旱草原上，是世界温带地区最重要的牧草之一。中国东北、西北和华北都有野生。



冰 草

须根发达，有短根茎；茎秆直立，2～3节，疏丛型，基部膝状弯曲，抽穗期株高40～60厘米，成熟期株高60～80厘米；叶披针形，长7～15厘米，宽0.4～0.7厘米，叶背较光滑，叶面密生茸毛；穗状花序长5～7厘米，呈矩形或两端微窄；小穗无柄，紧密排列于穗轴两侧，呈篦齿状。每花序有30～50个小穗，每小穗4～7朵小花，外稃有毛，顶端常具短芒，一般结实3粒或4粒。种子千粒重约2克（见图）。

抗寒、耐旱，适宜于干旱和寒冷的温带地区种植。在年降雨量230～380毫米的地区生长良好。对土壤的适应性强，耐瘠，也耐盐碱，不适宜在酸性强的土壤和沼泽土壤上种植。春季返青早，秋季枯萎晚，全年持青期长，但不耐热，夏季炎热地区生长停滞，锈病严重。播种当年很少抽穗，第二年始正常开花结实。适宜秋播或夏播，播前需施肥整地，播种量每公顷11～22千克。条播，行距20～30厘米，播深3厘米左右，播后适当镇压。幼苗生长缓慢，应加强田间管理，促进其生长。建成的草地可生长利用10年以上。耐践踏，适宜放牧，亦可刈割，晒制干草。每年可刈割2茬，每公顷产干草1 500～6 000千克。其干物质含粗蛋白质11.6%，粗脂肪3.0%，粗纤维34.1%，无氮浸出物45.5%，灰分6.8%。 （苏加楷）

病害防治 (disease control)

预防和除治为害农作物的病原物的措施。农作物在生长发育和产品贮藏过程中，经常遭受病害的威胁。大多数的作物病害，是由真菌、病毒、细菌、类菌质体、线虫和寄生性种子植物等病原物，在一定的环境条件下和寄主作物相互作用的结果。这类病害叫传染性病害或寄生性病害。

据克拉斯等（Klassen,1975）估计，为害作物的真菌至少有8 000种，Targan 等（1974）报道，有害线虫约有2 000种。中国农作物的主要病害有550种。D.G．琼斯（Jones）等（1978）报道，全世界的禾谷类作物，每年因病害减产约12%；中国随着种植制度的改变，施肥水平的提高，多种作物的病害有向严重发展的趋势。

防治病害应贯彻"预防为主，综合防治"的植物保护方针。①加强植物检疫，防止病原物随种子、苗木和包装材料等从病区向无病区传播，特别要防止从国外输入危险性病原物。②开展预测预报。对一些重要的流行性病害，如稻瘟病、小麦条锈病、马铃薯晚疫病等，探索它们的发生规律、流行指标，及时发出预报，指导防治。③播前预防。如进行种子精选、消毒处理，在轮作中合理安排茬口、适期播种等措施，均可减少或推迟病害的发生。对一次性侵染的病害如麦类黑穗病、水稻干尖线虫病、恶苗病等，用种子消毒处理即可奏效。

对流行速度高、多次侵染的病害，必须采取综合防治措施。

农业防治是采取农业技术措施，调节和改善作物生态环境，创造有利于作物而不利于病原物的条件；提高抗、耐病能力，减少病原物的侵染，降低流行速度。例如选用抗病品种，是最经济、有效的措施。在生产上应用时，要注意不同抗病品种的搭配种植，合理布

局以减缓病菌变异和品种抗性的丧失，并针对一种作物可能同时发生多种病害的情况，选用多抗性的品种。采用合理的栽培技术，如合理施肥、合理密植、适时灌溉等，均有防治效果。

化学防治是使用化学药剂迅速控制病原物为害的手段。20世纪70年代以来，托布津、多菌灵、粉锈宁、三环唑、瑞毒霉等药物的应用，对控制一些较难防治的流行性病害有新的进展。如用粉锈宁防治小麦锈病、全蚀病、白秆病及多种作物的白粉病；三环唑防治稻瘟病；瑞毒霉防治多种作物的疫病和霜霉病；托布津、多菌灵用于处理种子和叶面喷洒，都有很好防治效果。

生物防治是利用对病菌有拮抗作用的微生物或其代谢产物农用抗菌素来防治农作物病害。目前发现的抗生菌有真菌寄生菌、线虫寄生菌、噬菌体等，利用抗生素防治病害已有较大进展，如用井冈霉素防治稻纹枯病，已在中国大面积应用。此外，还有利用致病力弱的病原株系保护植物免受致病力强的病原株系侵害的交互保护方法，如番茄的烟草花叶病毒的防治，将烟草花叶病毒的弱毒株系制成疫苗，用以接种幼苗，可以提高植株的免疫力。

另外，由于不适宜的气候、土壤等环境条件，如养分水分失调、高温干旱、低温冷害等引起的非传染性病害（noninfective disease）或生理性病害（physiological disease），也要查明原因，采取相应措施进行防治。

参考书目

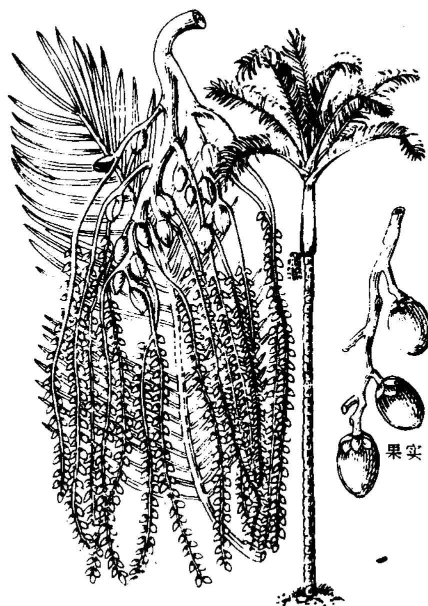
中国农作物病虫害编辑委员会：《中国农作物病虫害》（上、下册），农业出版社，北京，1979。

Jones D. Gareth and Brian C. Clifford (1978): *Cereal Diseases, their Pathology and Control.* EASF United Kingdom Limited, Agrochemical Dcisim LADY Lone, Hadleigh, Spriend Suffolk LP76BQ First Publlish 1978.

（曾昭慧）

槟榔（arecanut）　棕榈科槟榔属的一个种，学名*Areca catechu* L.。别名榔玉、宾门。常绿乔木，常作药用。种子含多种生物碱，有效成分为油状槟榔碱（Arecoline, $C_8H_{13}O_2N$），含量约0.1～0.5%，有驱虫、消积、行气、利尿等功效，主治食滞、腹胀痛、腹水、痢疾、绦虫、蛔虫、血吸虫等。果皮称大腹皮，有下气行水作用，主治腹胀、水肿、小便不利等病。未熟果实称束儿槟榔，多用作咀嚼料。东南亚、非洲及太平洋热带地区的居民喜欢用槟榔代替烟叶作嗜好品咀嚼。中国云南和海南省少数民族也有咀嚼习惯。销售量颇大。原产马来西亚，公元前传入印度，1500年引入桑给巴尔，广种于世界热带地区。主产国有印度、孟加拉、斯里兰卡、马来西亚、印度尼西亚、泰国等。1980年至1981年世界种植面积为25万多公顷，年产22.7万吨。其中印度18.5万公顷，年产19万余吨，平均每公顷产1吨，居世界首位。中国栽培历史悠久，主产区为海南省东南部、中部。1983年栽培面积1 800多公顷，收获面积360公顷，总产量1 180吨。台湾、云南等省也有栽培。

株高10～20米。干挺直，无分枝。羽状复叶聚生于干顶，长1.2米，总叶柄三棱形，具长叶鞘。肉穗花序外被黄绿色佛焰苞，单性花，雌雄同序，小花白色，芳香，花期3月至5月。坚果长椭圆形或圆形，橙黄色或红色，翌年2月至6月成熟（见图）。喜高温潮湿海洋



槟　榔

气候，宜在年平均温度23～26℃，年雨量1 500毫米以上，相对湿度80%以上，保水良好的肥沃砂壤土上种植。在赤道带，可在海拔900米的山地栽培。不耐低温，5℃受害落果，0℃死亡。幼树喜荫，成龄树喜光。叶片不抗强风，损伤4片以上，影响次年花序的形成。用种子繁殖。选择15～25龄树干生长均匀、节间短、高大健壮、产量高（单株产果200～300个）、无病虫害的植株作母树。选4～6月成熟的果实作种，晒2～3天后，放在荫蔽湿润通风处，用堆积法或湿沙层积法催芽，20天左右芽点露白。苗床育苗，也可用营养袋育苗，植距33×33厘米，穴种，每穴1～2粒，覆土、盖草、淋水、遮荫。小叶展开后即可施肥，以后每隔3个月中耕除草一次。苗高60～100厘米，即可出圃定植。宜植地选择土层深厚、湿润的沟谷地，需要荫蔽树，平地植距2×3米，坡地等高种植。种后2～3年，每年中耕、除草、追肥2～3次，进入结果期，增施磷钾肥。砍去荫蔽树。年雨量少于1 250毫米，花期要灌溉。在印度，常与香蕉、可可间种，或用作胡椒（*Piper nigrum* L.）、毕茇（*P. petel* L.）的活支柱。主要病害有①果腐病*Phy-*

tophthora arecae，为害幼果，用 1 %波尔多液喷杀或用稀盐水灌心。②根腐病*Ganoderma lucidum*，感病初期叶片萎黄脱落，茎干萎缩，分泌胶状物，根腐烂致死。可挖除病株烧毁，并用石灰消毒植穴。印度采用敌菌丹、氧化汞药剂防治，效果较好。③黄叶病，由类菌质体（MLO）引起，是一种严重的病害，感病叶片发黄，有腐烂斑，根烂致死。印度平均受害面积35%左右，可清除、烧毁病株，进行土壤消毒。主要虫害有：①红脉穗螟*Tirathaha rufivena* 严重为害花序和幼果。清除受害花苞，烧毁，喷射 0.1% 敌百虫或马拉硫磷杀虫剂，可防治。②介壳虫，为害叶片，可用50%三硫磷 3 000 倍液喷杀。种后7～8年开花结果，每年2月至3月果实橙黄色至鲜红色开始采收，4月至6月为成熟期，每株年产干果 5～10千克，20～30龄为盛果期，以后产量逐年下降，经济寿命可达60年以上。产品有榔玉、大腹皮、榔干、枣玉四种。

（丁慎言）

播种 (sowing) 根据作物种类、品种特性、种植制度、栽培方式及其对环境条件的要求，选用适宜的播种期、播种量和播种方法，用手工或机具将种子播到一定深度的土层内的综合农事作业。对苗全苗壮、合理密植、抗逆、稳产、高产以及优质，均具有决定性作用。

播种期　各种作物发芽所需的温度范围不同，最低限温度也各异。麦类的发芽最低温度为3～4.5℃，**豌豆**为1～2℃，**马铃薯**、**向日葵**为5～7℃，**大豆**、**玉米**、**高粱**、**谷子**为8～10℃，**水稻**、**棉花**为10～12℃，**花生**为12～15℃。土温达到某一作物的发芽最低温度就可播种。适时播种不但能保证种子发芽所需的各种生态条件（温度、水分、空气等），而且能使作物整个生长发育过程与当地气候变化相适应，充分利用当地光、温、水、土等自然资源，及时成熟，并有利于抵抗或避开各种自然灾害，稳产增收。在**轮作**复种茬口衔接上，要为后作适时播种创造条件。春季作物过早播种，常因低温，造成种子迟迟不发芽、不出苗而引起病菌侵染，丧失发芽率或烂种。秋播作物过早播种，常因温度过高，幼苗徒长，冬前生长过旺，易遭冻害；过迟播种，常因积温不足，生长不良，或因土壤水分不足，不易保苗，以及冬前积累干物质不足，耐寒力低而不易越冬。

播种量　单位面积上，播种的种子重量，通常以千克/公顷（或公担/公顷）表示。适当的播种量是合理密植的前提。播种量过少，虽然单株生产力高，但总株数不足，很难高产；播种量过多，不仅幼苗生长细弱，浪费种子，间苗、定苗费工，而且也不可能高产。只有播种量适当，才能保证作物单株与群体的协调生长和发育，有利高产。播种前应结合种子千粒重、发芽率等确定适当播种量。田间整地质量、播种质量、播种方法和地下害虫的危害等情况均影响种子的田间出苗率，应在计算播种量时适当加大保险系数，以保证全苗。

播种深度　播种后的覆土深度。播种深度适宜，可为发芽出苗提供适当的水分、热量和空气条件。播种过深，延迟出苗，幼苗瘦弱，根茎或胚轴伸长，根系不发达；播种过浅，表土易干，不能顺利发芽，造成缺苗断垄。一般干旱地区、砂土地、土壤水分不足，以及大粒种子播种宜深；粘质土壤、土壤水分充足的地块、小粒种子、子叶出土的双子叶作物，播种宜浅。

播种方式　常见的方式有撒播、条播、点播等。①撒播。用手工或机具将种子撒在田面上，而后覆土。此法简便易行，但种子分布不易均匀，覆土深浅不易一致，播种量不易控制，出苗率低，幼苗生长不齐，也不便于中耕和其他田间作业。一般用于水稻、烟草等作物苗床育苗，绿肥、牧草作物大面积播种和飞机直播等。②条播，按一定的行距开出平行的沟（也有不开沟的），将种子播于沟中，随后覆土。依行距、播幅宽窄不同，又可分为宽行条播、窄行条播、带状条播等。条播深浅一致，种子分布较均匀。宽行条播适于单株面积较大，需要中耕的作物，如玉米、高粱、棉花、甜菜、大豆等；窄行条播宜于小麦、水稻、亚麻和某些牧草。带状条播是若干条窄行和一条宽行相间的播种法，两个宽行间的几条窄行叫做带，在宽行内可进行中耕除草或套种别的作物，如小麦套种玉米、小麦套种棉花等。③点播，又称穴播（或埯种）。指在播种行内每隔一定距离开穴播种，或按一定行距开沟点播。点播法的行、株距均较宽，间苗、中耕等作业方便，可在纵横两个方面进行中耕。种植玉米、棉花、甜菜、向日葵等作物可采用这种方法。④精密播种，又称精量播种。将种子按一定的距离和深度，精确地播入土内，可节省种子和**间苗**、定苗用工，达到苗全、苗齐、苗壮。此法要求较高的整地质量和种子质量，同时播种机性能必须良好。

播后要及时覆土镇压，尤其在干旱地区，使种子与土壤密接，加强提墒作用，并减少土壤孔隙，防止土壤水分蒸发。沟播结合镇压，效果更好。

（顾慰连　戴俊英）

波兰小麦 (Polish wheat) 小麦属的四倍体种之一，学名*Triticum polonicum* L.。染色体数 2n＝4x＝28，染色体组型为 AABB。护颖膜质柔软，护颖和外颖均很长，明显地长于内颖，这些特点是其它小麦种所不具备的（见图）。主要分布在地中海沿岸国家和埃塞俄比亚，多与**硬粒小麦**混生。在叙利亚、土耳其、伊朗、阿富汗、苏联（外高加索）等国也有少量种植。已知有46个变种。



波兰小麦

幼苗直立，分蘖性差，叶色绿或浅绿，株高约120～160厘米，穗茎上部为髓所填充。叶片长而披垂，大部分品种具细软长芒。在中国发现有无芒类型，称为"诺羌古麦"。穗较长，且小穗排列松散，穗轴坚韧不易折断。小穗基部具明显颖托。颖壳（稃）多为白色，颖脊明显。籽粒易脱粒但不易落粒，粒长大，硬质，千粒重70克左右，蛋白质含量高，有的品种高达27%。春性强，适于生长在炎热干旱气候及肥沃土壤环境下，气候潮湿则育性降低。中熟或中晚熟，但埃塞俄比亚的品种大都早熟。不抗秆锈病和白粉病，易感染散黑穗病。波兰小麦在小麦育种中利用成功的不多，苏联用它与硬粒小麦瓦普科（Wapk）和野生黑麦的杂种杂交，育成硬粒小麦品种卡赫拉巴10（Кяхраба 10）。中国曾用它育成矮秆、大粒的普通小麦材料NPFP系统。

（孙雨珍）

波斯三叶草（persian clover） 豆科三叶草属的一个种，学名*Trifolium resupinatum* L.，一年生或越年生牧草。原产于小亚细亚南部。伊拉克、伊朗、希腊、印度和埃及已广泛栽培利用，为中东地区重要牧草。中国南方试种结果，表现良好。

根系发达，株高80～145厘米。茎细软中空，直立或半匍匐生长。小叶阔椭圆形，叶缘有细齿。全株光滑无毛。头形总状花序，腋生，花小，玫瑰色或浅紫色，香味甚浓。自花授粉。种子小，棕绿色或黑色，有光泽，千粒重0.67克左右，喜温暖湿润气候，可耐－10℃左右低温，不耐高温，宜粘重而低湿土壤，不耐旱，略能耐酸。整地宜精细，秋播或春播，每公顷播种量12～18千克，对磷钾肥较敏感，初花至盛花期刈割，产量高，质量好，家畜均喜食。适于在温暖潮湿地区栽培，作绿肥用或供冬季和春季放牧用。

（梁祖铎）

波斯小麦 小麦属的四倍体种之一，学名*Triticum persicum* Vav.et Zhuk.或*T. carthlicum* Nevski。染色体数2n＝4x＝28，染色体组型为AABB。其护颖光滑，基部稍宽，颖脊短而不明显；颖嘴延长成芒



波斯小麦

状，外颖具细软的长芒（见图）。1912年由 Н. И. 瓦维洛夫发现。1923年П. М. 茹科夫斯基（Жуковский）确定其分布区为土耳其东北部和苏联外高加索，垂直分布高达海拔2 500米。有20个变种。

幼苗多为直立，个别匍匐，茎秆细，易倒伏。植株外形及穗型与普通小麦相似。穗轴细，约为普通小麦1/3至1/2，柔韧不易折断，茸毛少或无毛。每小穗3～5花，结实2～4粒。籽粒较小，千粒重20～28克，红色或淡红色，多为半硬质，面包烘烤品质差。

多为春性，春化阶段短，光照阶段较长。在生长初期和成熟期均能抵抗低温。籽粒休眠期较长，收获前遇高湿不易在穗上发芽。高抗白粉病，但有的类型不抗某些生理小种。高抗散黑穗和三种锈病，抗叶锈病性能超过硬粒小麦。瑞典育成的高抗白粉病的普通小麦品种阮因（Rang），含有波斯小麦血统。抗旱性差，对土壤干旱敏感，抗热性也差。　　（孙雨珍）

剥麻机 (decorticator)　将达到工艺成熟而收获后的麻茎，加工成鲜皮或纤维所使用的机具。其工作原理是利用麻茎各部分组织的物理机械性能差异，施以一定的机械作用，使韧皮部与木质部或皮层等之间产生剪切应力而发生相对位移，达到分离出麻皮或纤维的目的。

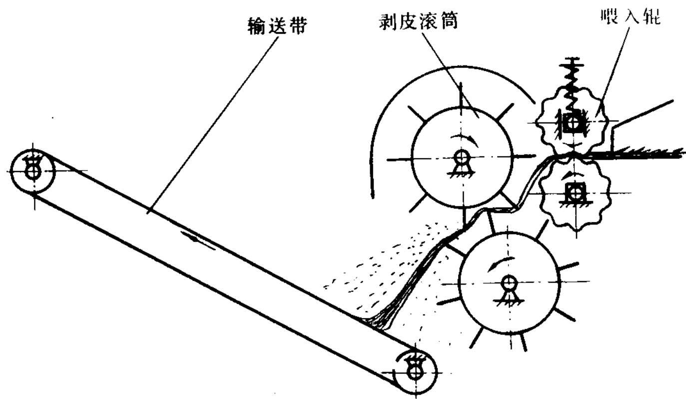


图 1　一次喂入式剥麻机示意

世界上的剥麻机研制工作始于19世纪初，中国黄麻、红麻和苎麻剥制机的研制开始于20世纪50年代。

简易剥麻机　中国使用较多的简易苎麻剥制机具有沅江二号和72型苎麻刮麻器，两者均以苎麻鲜皮为原料，去掉皮层等和部分胶质，刮制出粗纤维。操作时均以抽拉为主，沅江二号辅以脚踏。一般较手工提高工效1倍以上。

动力剥麻皮机　主要是滚筒式，其工作部件为圆柱形的滚筒，滚筒上装有打板，通过旋转的滚筒对麻茎（皮）梳刮或弯曲折打，使破碎的麻骨或麻屑沿切线方向运动，与麻皮或纤维分离。根据加工物料与滚筒的运动方向，滚筒式机型又可分为一次喂入式和反拉式两种。

一次喂入式　剥制过程中，喂入机内的麻，沿滚筒旋转方向前进，麻由机器一端喂入，加工产品由另一端输出（图 1）。一次喂入式操作简单，麻可连续喂入，工效较高。缺点是加工出的麻皮含有少量杂屑。中国的 HB-500 型黄、红麻动力剥麻机；苏联的 Л-1型剥皮机；日本的东纤式（Tosen）剥麻机均属此类型。HB-500 型黄、红麻动力剥皮机以8～10马力动力带动，比手工剥皮提高工效5～8倍。

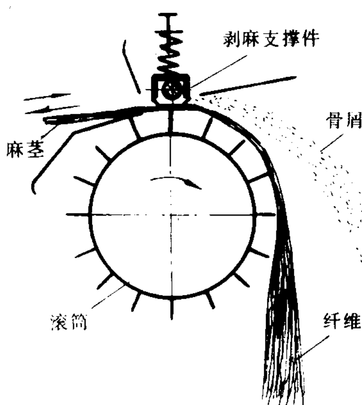


图 2　反拉式剥麻机示意

反拉式　喂入机内的麻茎在剥制过程中需从机内反向拉出，或沿滚筒轴向运动，接受滚筒的打击或梳刮作用，将粗纤维分离出来（图 2）。世界上最早制成的 Raspador、富尔式、中国的 6BZ 400 型苎麻剥麻机均属人力反拉式剥麻机。6BZ-400 型苎麻剥麻机配套动力为 3 马力。其特点是剥麻辅助件位于滚筒上方。使麻屑与纤维运动方向不同，更利于清渣；喂麻较平稳安全。自动化程度较高的有日本的东纤式（Tosen）自动剥麻机、美国的双滚筒式剥麻机以及亚麻联合打麻机等。该类机型剥麻质量好，加工能力高，多为固定作业。

（王绍文）

勃劳格，N. E. (Norman E. Borlaug, 1914～　)　20世纪国际著名的植物病理学家和遗传学家，诺贝尔和平奖获得者。1914年3月25日生于美国依阿华州克列斯科镇（Gresco）的一个普通农家，父母均系挪威人后裔。1937年毕业于明尼苏达大学林学院，1941年获明尼苏达大学植物病理学博士学位。1944年任明尼苏达大学讲师；1942～1944年任杜邦公司杜邦实验室（Laboratories of E. I. du Pont de Nomours & Company）



微生物研究小组组长。1944年赴墨西哥，在洛克菲勒基金会与墨西哥农业部联合创建的特别研究室（Office of Special Studies）负责**小麦**改良工作，1964年任**国际玉米小麦改良中心**（CIMMYT）小麦研究部主任，1979年退休，1982年任该中心顾问。

勃劳格是一位理论联系实际并百折不挠的科学实干家。1944年到墨西哥后立即投身于小麦抗茎黑锈病的育种工作，花13年时间育成4个抗锈品种，使墨西哥小麦产量增加近一倍。锈病得到控制后，他又利用日本小麦与墨西哥小麦杂交，育成抗锈、耐水肥、抗倒伏的矮秆品种，使墨西哥小麦产量从1943年的平均每英亩11.5蒲式耳增加到1965年的30蒲式耳以上。此后他又育成能够适应多种气候、日照、地形及其它生长条件的墨西哥小麦新品种，为墨西哥小麦在其它各国的传播奠定了基础。1965年，印度开始引进墨西哥小麦并将其扩展到全国各小麦产区，使印度小麦产量从1967年的4亿蒲式耳增加到1982年的13亿蒲式耳。与此同时，巴基斯坦也积极引进墨西哥小麦，使全国小麦产量大增。1967年后，阿根廷、孟加拉、巴西、智利、埃及、危地马拉、伊拉克、意大利、肯尼亚、摩洛哥、葡萄牙、西班牙、叙利亚、突尼斯等国家相继引入墨西哥小麦及其栽培方法，使各国小麦产量大幅度提高。当时，人们将墨西哥小麦的育成、传播和普遍获得高产的这种现象称之为"绿色革命"，勃劳格被誉之为"绿色革命之父"，并于1970年荣获诺贝尔和平奖。

1960年以来，勃劳格一直担任联合国粮农组织北非和亚洲地区顾问以及亚非拉许多国家政府的小麦研究问题顾问。他是世界饥饿问题总统委员会（美）等四个著名学术团体的会员，荣膺美国、印度、苏联等国的七个科学院的外籍院士头衔，荣获美国、挪威、印度等国的27所高等院校的名誉博士学位。此外，他所获得的其它殊荣和褒奖不下百项之多。

（王济培）

薄膜育秧（film-mulched rice nursery）　在湿润秧田的基础上，增加塑料薄膜覆盖保温的育秧方法。它有利于提早**播种**，防止**烂秧**，培育壮秧。是20世纪50年代从日本传入中国的一项技术。采用薄膜育秧在中国南方比水育秧可提早播种期10～15天，北方可提早15～20天，成秧率达90%以上。由于早播早插可以有效地延长水稻营养生长期，容易实现早熟、高产。因而可采用生育期较长的高产品种。随着塑料工业的发展，超薄型农用地膜的出现，使成本大大降低，此项育秧技术在生产上得到更加广泛地应用。

薄膜育秧的整地和播种方法（见**湿润育秧**）。一般当日平均气温大于8℃时，即可播种。薄膜覆盖方式有平铺和搭架两种。平铺式在盖膜前要在床面盖一层谷壳灰或秸秆等隔离物以免薄膜贴地，妨碍出苗，待秧苗长到二叶期揭除薄膜。搭架式是在床面上搭成半拱架后盖膜，四周用泥土压紧再绷绳固定。前者保温效果稍差，盖膜时间短，但薄膜可以多次利用。后者保温效果较好，且便于启闭，调节床温，覆盖时间可长些。一般播种后盖膜密封保温，秧苗一叶一心后控制膜内温度在30℃以内，遇高温时要揭开部分薄膜通风，随秧苗叶龄的增加，膜内温度要逐步降低。二叶一心后可控制在20～25℃，适量追肥。揭膜前几日实行昼揭夜盖炼苗，待气温稳定后，可灌水层揭膜，以后按湿润秧管理。由于薄膜的增温保湿作用较强，如密封时间过长，容易造成秧苗徒长嫩弱，或通风炼苗不当，容易发生青枯死苗。如骤然揭膜，遭受低温冷害，肥水管理不好，又易滞长，形成小老苗。因此薄膜育秧的温湿度管理要十分细致。盐碱地区的薄膜湿润育秧在一叶一心期要及时灌水上床面，二三小时后再排除，能起到洗盐防病护苗的作用。

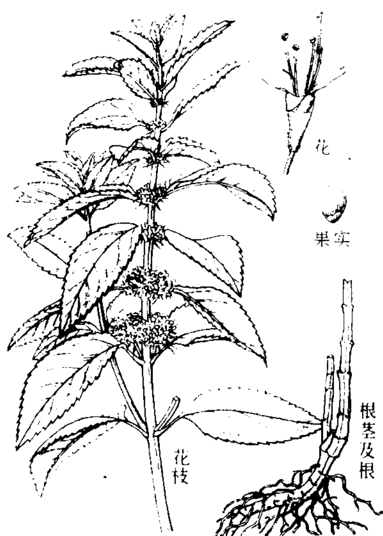
为了改进薄膜的性能和覆盖方式，以进一步提高育秧效果，应用中间带纱网的启闭式薄膜或应用两幅薄膜中间开闭式覆盖，可以简化揭膜炼苗工序，使膜内温度均衡，苗床边缘和中部秧苗生长整齐一致。

（高佩文）

薄荷（mint）　唇形科薄荷属的一个种，学名*Mentha haplocalyx* Briq. var. *piperascens* (Malinv.) C. Y. Wu et H. W. Li。多年生草本植物。茎叶用作提取芳香油的原料，也供药用。中国大部分地区有分布；朝鲜、日本、苏联远东地区、巴西及北美洲等地亦产。中国约于7世纪即有栽培，16世纪据《本草纲目》记载：在江苏、江西和四川等地多有栽植，并且已培育出多种不同品种。19世纪以来，中国多数省区有栽培，主产江苏、江西和浙江等省，尤以江苏的南通、海门等地，种植面积最广。

植株高30～60厘米。根茎白色柔嫩多汁。茎方形，上部被微柔毛，下部仅棱上被微柔毛。叶对生，长圆状披针形或卵状披针形，稀长圆形，边缘有粗锯齿，表面被微柔毛，并有油腺，揉之有薄荷香气。轮伞花序，花唇形，花冠淡紫色，内面喉部以下被微柔毛。小坚果卵形，花期8月至10月，果期9月至11月。主要品种有紫茎紫脉种、青茎圆叶种、小叶黄种、红叶臭头、白叶臭头、大叶青种等以及近年来培育的73-8、海香1号等。

适应性较强，在温暖湿润、阳光充足的环境中生长较好，宜肥沃、排水良好的砂质壤土。当土温在2～3℃时根茎即可萌发，适宜生长温度为20～25℃，但较耐高温，夏季日平均气温达30℃时也能正常生长。地上部分不耐寒，地下根茎能耐一般低温，在寒冷地带须加覆盖物越冬。年降水量以1 100～1 500毫米为宜；



薄 荷

生长前期与中期适当降雨，有利生长；生长后期宜略微干燥，晴天较多可提高油、脑含量，忌连作。

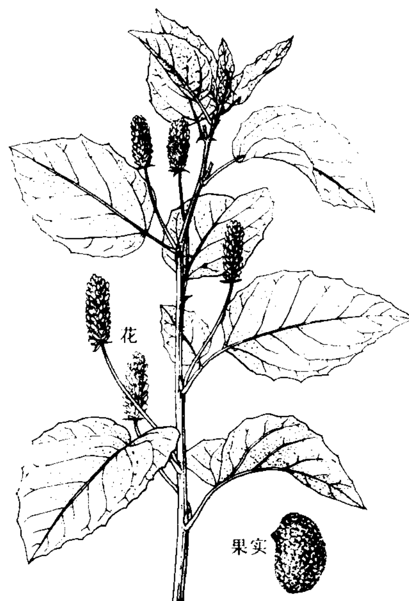
生产上用根茎繁殖；种子繁殖仅用于选育新品种、品种复壮和提高品种纯度；扦插繁殖多用于扩大新品种或开辟新产区。长江流域及其以南地区在10月下旬至11月上旬栽种，选取肥大、节间短、色白的新根茎作为种根，条栽或穴栽均可。条栽行距 20～25 厘米，穴栽行株距20～25×12～18厘米，每公顷用种根1 125～1 500千克，翌年 2 月中下旬萌芽出土。北方则在4月至5月栽种。

生长期间，结合中耕除草进行施肥。以氮肥为主，配用磷钾肥。一般追肥四次，第一次在 2 月出苗时；第二次在苗高约15厘米时；第三次在薄荷第一次收割后，这次追肥对促进苗叶早发，提高产量，关系甚大；第四次在苗高20～30厘米时。薄荷怕旱，当7月至8月间干旱季节，宜及时灌溉，并做到速灌速排。病虫害主要有薄荷锈病*Puccinia menthae*和薄荷斑枯病*Septoria menthicola*；小地老虎、银纹夜蛾*Plusia agnata*、斜纹夜蛾*Prodenia litura*。长江流域每年可收获二次，第一次在 7 月，多作为提取薄荷油的原料；第二次在10月，主要供药用。长江以南及四川等地区分别在6、8、11月收获三次；北方只在 9 月左右收割一次。宜选择连续晴天收割，中午12时至下午 2 时收割的，含油量最高，质量较佳。收割后，防止雨淋和堆积发热，宜摊晒至半干，然后蒸馏提油。

茎叶中含有薄荷油，新鲜茎叶含0.8～1.0%，干燥茎叶含1.3～2.0%。主要成分是l-薄荷脑（l-Menthol），约占77～87%，l-薄荷酮（l-Menthone），约占10～20%，醋酸薄荷酯占1～6%，此外尚有柠檬烯、辛醇-3（Octanol-3）、辣薄荷酮等。薄荷含油、脑的质和量，除与生长的地理环境有关外，其品种的遗传基因对植物次生代谢物质有着直接影响。中国栽培的薄荷如 73-8 号干品含油量为1.95%，含脑量达80.13～83.62%；海香 1 号干品含油量2.04%，含脑量达85～89.12%。薄荷油从薄荷茎叶中经蒸气蒸馏提取，亦称薄荷原油，是无色至淡黄色的透明液体，味辛辣而清凉，有浓郁的薄荷香气。薄荷油再经分馏，冷却结晶，即得薄荷脑，剩余的油，称薄荷素油，但其中尚含薄荷脑约55%。中国产的薄荷油、薄荷脑品质优异，气味纯正，在国际市场上素享盛誉。薄荷脑有杀菌、健胃、祛痰止咳作用，外用能止痒，引起凉感和局部止痛作用。可制成清凉油、薄荷锭、风油精等药品，也可用于制糖果、饮料、牙膏、香料、肥皂和日用化妆品等。薄荷素油，也用于牙膏、香精及医药制品。薄荷茎叶味辛，性凉。有散风热，清头目的功能。主治感冒、头痛、咳嗽、咽喉肿痛等症。 （宋立人）

补骨脂 (malaytea scurfpea) 豆科补骨脂属的一个种，学名*Psoralea corylifolia* L.。一年生草本植物。别名故纸。果实供药用。主产中国四川、河南和陕西等省，江苏、浙江、安徽、云南和江西等省亦有栽培。

植株高60～120厘米，全株有白色柔毛和黑褐色腺体。茎直立，上部多分枝。单叶互生，叶片卵形或椭圆状卵形，边缘有不整齐的锯齿。总状花序，腋生；花冠蝶形，淡紫色。荚果椭圆形，有宿存花萼，果皮黑色，内含种子 1 粒，肾形，果皮与种子粘贴，花期6月至8月。果期7月至10月。



补 骨 脂

宜温暖干燥气候，喜向阳生长，平原、丘陵地区均宜栽培。以土层深厚、排水良好、富含腐殖质的壤

土或砂质壤土为好。种子在气温15℃以上发芽，播种15～20天出苗，直播或育苗移栽法均可，以直播为主。播种期南方在3月下旬至4月上旬，亦可延迟至5月；北方在4月中下旬至5月上旬。穴播，按行株距45×30厘米开穴，每穴播种6～8粒，每公顷用种量15～22.5千克。亦可与早玉米或麦间作。出苗后需及时间苗、补苗、定苗，并结合中耕除草，施追肥2～3次。结果期增施氮、磷肥，以利结实饱满，增加千粒重，促进增产。生长期间如氮肥过多，种植过密时，则易引起倒伏。生长前期，田间要湿润，后期需稍干，否则易烂根。病虫害有白粉病、蚜虫、地老虎和蛴螬。7月中旬至10月果实陆续成熟，可分批采摘变黑或近黑色的果实。待植株枯萎时，可全部割下，晒干，脱粒，去杂质，贮藏，每公顷产1 500～2 250千克。留种的以8月上旬采收为好。

果实含挥发油、树脂、香豆素及黄酮类化合物。药理实验：补骨脂乙素有扩张冠状动脉的作用，并有抗癌、抑菌等作用。味辛、微苦，性温。有补肾壮阳、暖脾止泻的功能。主治肾阳衰弱，阳痿，遗精，遗尿，尿频，脾肾虚寒，五更腹泻，腰膝冷痛，跌打腰痛。外用治疗白癜风、牛皮癣和秃发等症。

（王亚淑）

C

菜籽饼（rapeseed meal） 油菜籽经提取油脂后的残留物。每100千克菜籽可获菜籽饼55～60千克。脱脂后的菜籽饼中含有蛋白质（40%以上）、纤维素、矿物质、维生素、硫代葡萄糖甙、植酸盐和多酚物质及少量的油分，还含氮4.6%、磷2.5%、钾1.4%，是一种优质的有机肥料。

菜籽蛋白的利用受到硫甙、植酸和酚酸的限制，为了开发利用菜籽蛋白，必须消除这些物质的不良影响。

硫甙本身无毒性，但遇水后在芥子酶的催化下，就会裂解成异硫氰酸盐和噁唑烷硫酮。这两种物质对家畜有毒，导致甲状腺肿大，造成生理紊乱，所以普通菜籽饼不宜作饲料。如果采用高温（140～150℃）破坏菜籽饼中芥子酶的活性，或者采用发酵中和法将已产生的有毒物质除去，就可以作为饲料。但动物的某些肠内细菌也显示芥子酶的相同活性，且由于这些方法成本较高，蛋白质有一定损失。世界上许多国家已选育出不含或仅含微量硫甙（$<40\mu$ mol/g）的油菜品种。如加拿大的韦斯塔（Westar）、联邦德国的Librader、澳大利亚的马努（Marnoo）等；中国的低硫品种，如84-1，双低品种如豫油1号、湘油11号等都已应用于生产。低硫甙和双低菜籽饼，可以直接作为禽畜精饲料，并可以作为人类食品的添加剂。所以菜籽蛋白具有广泛的开发利用前景。

植酸又称肌醇六磷酸，是一种很强的螯合物，能将钙、镁、锌等金属离子螯合形成溶解度很低的络合物（植酸盐），如以菜籽饼饲喂家畜，则会产生缺锌症，即表现厌食、消瘦、生长机能衰退等。如在饲料中加锌（80毫克/千克），或者用稀盐酸溶液将植酸全部析出，就可消除植酸的不良影响。

多酚物质，主要包括鞣酸和芥子碱。鞣酸（单宁）平均约含3.65%，具苦涩味，可使菜籽饼变味、变色，降低适口性。芥子碱在菜籽饼中的含量为1～1.5%，它是三甲胺的来源，三甲胺如残留在鸡蛋中会使鸡蛋有鱼腥味。多酚物质还能和赖氨酸、蛋氨酸等形成一种不被吸收的络合物，但多酚物质的含量较少，从总体看，不会影响菜籽饼的利用价值。

（高永同）

菜油（rapeseed oil） 从油菜籽中提取的油，也称菜籽油。含有丰富的脂肪酸，脂溶性维生素A、D、E，磷脂和色素，不含或仅含极微量胆固醇（0.2～0.8%），营养价值高，是一种优质的食用油，在工业上也有广泛的用途。

普通菜油的几个物理常数：

比重$D_4^{20}=0.909\sim0.914$

折光指数$n_D^{20}=1.4710\sim1.4755$

粘度$E_{20}^0=13.5\sim14.0$

凝固点$=-12\sim-10$℃

脂肪酸凝固点$=12\sim18$℃

经过精炼（脱胶、脱臭、脱酸和脱色）后的菜油为无色、无臭、无味的中性液体，无挥发性，能溶解某些有机物和脂溶性维生素。

菜油是由多种脂肪酸组成的甘油三脂。据分析，中国各种类型油菜脂肪酸组成的平均值为：棕榈酸2.57%、油酸15.79%、亚油酸14.57%、亚麻酸9.18%、二十碳烯酸9.41%、芥酸48.37%。油酸和亚油酸对人体有益，亚油酸有利于降低血清胆固醇，且是细胞膜的组成成分，对新生婴儿的发育和伤口愈合有重要作用。亚麻酸含有三个双键的不饱和脂肪酸，易氧化生成醛酮等而产生臭味，不宜用于食品加工。芥酸为二十二碳的长链脂肪酸，人体对芥酸的吸收缓慢，利用率较低，无芥酸或低芥酸的菜油，油酸和亚油酸的含量显著提高，精炼的菜油经过深加工可制成色拉油、起酥油、人造奶油等，广泛应用于食品工业。

菜油中的芥酸在工业上有特殊的用途，高芥酸的菜油是铸钢工业的良好润滑油，此外，菜油还广泛用于机械、橡胶、化工、油漆、纺织、制皂和医药工业。

（高永同）

蔡旭（1911～1986） 字勗敏，小麦育种栽培学家。江苏省进县人。1934年毕业于中央大学农学院，获学士学位。1945年赴美，先后在康奈尔大学农学院和明尼苏达大学农学院深造。历任中央大学农学院助教，四川省农业改进所技正，北京大学农学院教授，北京农业大学农学系主任、副校长、研究生院副院长、中国科学院生物学部委员、**中国农学会**常务理事、**中国作物学会**副理事长、**《作物学报》**主编等职。



1945年以前协助**金善宝**教授鉴定和推广了中大13-215、南大2419、矮立多、中农28等小麦良种。1946年到北京大学农学院后，主持冬小麦抗锈育种工作，引进并通过杂交育成了农大1号、农大183、农大36、农

大311、农大139、东方红3号等小麦良种，先后在华北北部冬麦区推广。其中农大183等5个品种曾获1978年全国科学大会奖。1965年开始从事小麦T型雄性不育杂种优势利用的研究。自50年代末开始，通过其主持的北京作物学会组成了小麦技术专业组，编写了《北京地区小麦三种不同生产水平栽培管理历程表》，每年定期巡回指导北京市各县、区小麦生产，对北京市小麦产量的大幅度提高起到促进作用。主要论文有："四川小麦之调查试验与研究"（1942），"小麦成株抗条锈病遗传研究"（1949），"小麦抗锈选种总结报告"（1955），"适于华北地区几个抗锈小麦新品种的育成"（1957），"从1957年北京地区小麦丰产经验谈小麦播种密度、追肥和灌水问题"（1959），"小麦杂交育种工作中品种特性遗传传递规律和亲本选配问题"（1962），"华北地区小麦抗锈育种的回顾与展望"（1978），"1965～1982年杂交小麦育种工作进展情况和几个问题的初步分析"（1982）。主持或参加编写了《植物育种与良种繁育学》、《植物遗传育种学》、《中国小麦栽培学》、《作物栽培学》、《中国小麦品种志》等著作。

（张树榛）

蚕豆（broad bean） 豆科巢菜属中的一个栽培种，学名*Vicia faba* L.，一年生或越年生草本植物。《本草纲目》中载有"豆荚状如老蚕，故名。"别名胡豆、佛豆、罗汉豆等。作为粮食、蔬菜、饲料和绿肥之用。

起源和栽培史 蚕豆的起源地至今未肯定，因蚕豆种中尚未发现具有亲和力的野生类型。多数学者认为起源于西南亚到地中海区域。1974年J.I.库伯洛（Cubero）认为近东是蚕豆的起源中心，栽培种从中心向四个方向传播：随文化和商业的发展传到欧洲，沿北非海岸传入西班牙；沿尼罗河传入埃塞俄比亚，并形成次生起源中心；从美索不达米亚传入印度，在阿富汗形成次生起源中心。

蚕豆栽培历史悠久。在死海北面的杰里科（Jericho）发现了新石器时代的蚕豆种子，被确认为公元前6250年的遗物。在西班牙、东欧的新石器时代及瑞士、意大利等地青铜器时代遗址中均发现蚕豆残留物。

在希腊、罗马考古工作中所获得的都属于小粒变种，而大粒变种则始于公元5世纪以后。16世纪由西班牙和葡萄牙带往墨西哥及南美洲的主要是大粒变种。小粒变种很早就传入中亚，约在公元前100年传入中国。《太平御览》："张骞使西域，得胡豆种归，今蜀人仍呼此为胡豆"，大粒变种约在公元1200年左右由欧洲的商人传入中国。中国较详细记载蚕豆始于北宋初《益都方物略记》，其中称之为佛豆。宋苏颂的《图经本草》中已有较详细地叙述蚕豆的形态及用途。而《汝南圃史》已载有蚕豆的栽培方法。

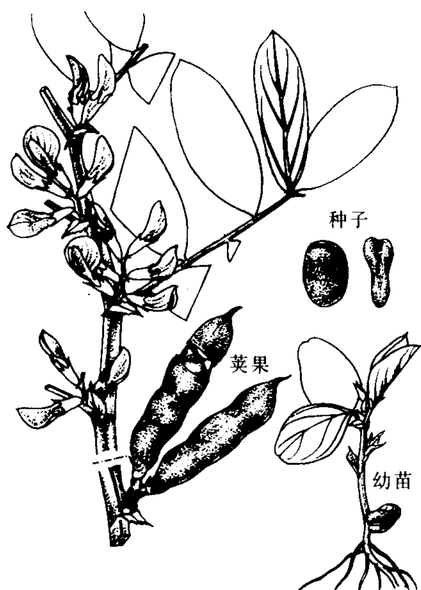
分类 蚕豆是巢菜属中唯一没有卷须的种。染色体形态较大，DNA的含量亦多。染色体数目一般为2n＝12，但亦有报道日本栽培种中有2n＝14。

根据蚕豆复叶上小叶的对数分成二个亚种：凡2～2.5对小叶的为印度蚕豆亚种*Paucijuga*，具有3～4对小叶的为蚕豆亚种*Eu-faba*。在蚕豆亚种中又根据种子大小分为三个变种，即大粒变种*major* Harz.，中粒变种*equina* Pers.，小粒变种*minor* Beck.。大、中、小粒的划分标准不一。中国通行的分类标准：百粒重在120克以上为大粒变种；70～120克为中粒变种；70克以下为小粒变种。

根据用途不同分为食用、菜用、饲用及绿肥用四种；根据播种期和冬春性分为春蚕豆和冬蚕豆；以种皮色分为青皮豆、白皮豆和红皮豆等。

生产和分布 主要分布在温带和亚热带地区。据联合国粮农组织1986年统计，有50多个国家栽培蚕豆，收获总面积为318.2万公顷，总产量为429.1万吨。蚕豆生产以亚洲为最多，面积和总产量均占世界的55%左右；其次为非洲和欧洲。北欧、埃及、埃塞俄比亚、阿富汗及印度等以小粒种为多，中国、地中海沿岸、西亚及拉丁美洲以大、中粒种为多。中国的栽培面积和产量居世界首位，其次为埃塞俄比亚、阿尔及利亚、意大利、法国、摩洛哥等。中国栽培的主要是冬蚕豆，以四川、云南、湖北、湖南、安徽、江苏及浙江省为多；广西、福建、贵州等省（自治区）次之；春蚕豆面积较少，分布在甘肃、青海和宁夏等省（自治区）。一般每公顷为1 500～3 000千克。

特征特性 蚕豆主根较粗并有多数侧根，形成庞大的圆锥根系。主侧根上均能着生根瘤。根瘤大，固氮力强，是蚕豆生长所需氮素的主要来源。蚕豆茎属草质茎，高30～180厘米，四棱而中空，多浆汁，表面光滑。茎基部1～3节能产生一、二级分枝，一般冬蚕豆分枝多，春蚕豆分枝少。后期分枝常不结荚。偶数羽状复叶，由2～8片小叶组成，小叶椭圆形或长椭圆形，全缘、无毛、正面深绿，背面略带灰白色。托叶二片，三角形，紧贴于茎与叶柄交界处的两侧。茎自6～7节至15～16节的叶腋中，着生较短的花梗，每花梗有2～9朵花。花紫、白色，旗瓣常有褐色脉纹，翼瓣中部各有一大黑斑。雄蕊10枚，二体（9+1），雌蕊细长，稍向上弯曲，子房呈扁长形，1室，内侧着生胚珠1～8枚。每日上午8～9时开花，晚上闭合，能延续2～4天，为常异花授粉作物，异交率因品种、气候、蜂源而变化，一般为5～50%，平均约35%。果实属荚果类，由1个心皮组成。荚果扁长形，略弯，长5～20厘米。荚内层有丝绒状茸毛，荚成熟时因酪氨酸氧化，荚壳变为黑色。每荚有种子1～8粒，大多数为2～3粒。种子呈扁平椭圆至近圆形，基部有黑色或灰白色种脐。粒色有浅绿、深绿、乳白、浅黄、褐、红、紫色等（见图）。种子内有子叶两片，肥大、富含养分，占种



蚕　豆

子重量的90%以上。

蚕豆性喜冷凉而湿润的气候，对温度反应敏感，种子发芽最低温度为4℃，适宜温度为10～16℃。幼苗不耐严寒，-4℃时即受冻害。生长最适温度为18～27℃，蚕豆亦不耐高温，当气温在32℃以上时，生理受阻，种子不饱满，甚至植株枯死。生育期间要求比较湿润的条件，开花结荚期枝叶繁茂，需水较多。对土壤的适应性较广，但以耕作层深厚，富含有机质，排水良好，保水保肥力强的粘质土为宜。pH值以6.5～8.0为宜。生长期间有充足的光照是蚕豆增产的重要因素。

种质资源和育种　蚕豆分布广，种质资源丰富，设在叙利亚的国际干旱地区农业研究中心（ICARDA）从50多个国家搜集种质资源约3 000份。中国蚕豆品种繁多，资源也丰富，已搜集种质资源2 500多份，有的蛋白质含量达30%以上，有的单宁含量很低，并有抗病性较强的类型。

中国蚕豆育种工作始于20世纪50年代，初期做了一些农家品种提纯和鉴定工作，60年代以后开始系统育种和杂交育种。采用系统育种育成的品种如启豆1号、临夏204等，采用杂交育种育成的品种如青海3号、成胡10号等。各地的优良品种有：慈溪大白蚕豆，由浙江地方良种提纯，其植株高大，分枝性强，结荚多，每荚多为2粒，百粒重120～130克，种子皮薄，白色，品质较好；启豆1号由江苏良种"荚荚四"采用系统育种育成，其分枝性强，结荚多，每荚多为2～4粒，百粒重80克左右，耐寒，抗病力强，在长江下游有较好适应性；青海3号，是有性杂交育成的春蚕豆，高产、优质、粒大，结荚部位低，每荚2～3粒，荚长8～9厘米，百粒重约150克；临夏204由甘肃地方品种通过系统选育而成，属春蚕豆，高产优质，结荚部位低，每荚2～3粒，百粒重150克左右，在春蚕豆地区适应性较广；保山透心绿为云南省保山地区的一个优良品种，茎粗壮，开花结荚较多，每荚1～2粒，种皮绿白色，子叶绿色品质优良，百粒重70～80克，是中国稀有的地方良种。

适应各地区的优良品种，还有浙江上虞的田鸡青，江苏太仓的毛板青，上海嘉定的三白豆，湖北襄阳的大脚板，四川简阳的二白胡豆，云南昆明的白皮豆，青海的马牙蚕豆等。

栽培　蚕豆连作常致病虫严重发生，根瘤菌发育不良，一般应隔3～4年再种。有些蚕豆产区为了充分利用土地和生长季节，常与大麦、小麦等作物间作或套种。秋季水稻收割前15～20天，将蚕豆种在稻行之间；在棉区有将蚕豆套种于棉花行间的，以争取蚕豆适时播种。蚕豆收获前，在行间套种棉花或玉米。

冬蚕豆一般在9月至10月间，春蚕豆在3月至4月播种为宜。种植密度因品种、地力、地区等而异，一般每公顷12万～30万株。播种方法有条播、撒播和穴播，每穴2～3粒。

蚕豆虽有根瘤固氮，仍需少量氮肥，以补其不足。磷、钾肥对生长发育很重要，应作基肥施用。亦需各种微量元素如硼、钼、镁和硫等。生长期间需进行中耕除草，培土以防止倒伏。在秋播区冬前培土可防冻。开花前摘除无效分枝，盛花期打顶防止徒长，以利增产。

主要病害　在茎叶上的有锈病 *Uromyces viciae-fabae*、赤斑病 *Botrytis fabae*、轮纹病 *Cercospora fabae*、褐斑病 *Ascochyta fabae*、核盘菌茎腐病 *Sclerotinia trifoliorum*、丝核菌茎腐病 *Rhizoctonia solani* 以及茎基腐病和萎蔫病 *Fusarium* spp. 等均造成根茎腐烂，植株死亡；病毒病有花叶、条斑、黄化和环斑病毒等，主要由蚜虫传播。害虫主要有蚜虫 *Acyrthosiphum pisum* 为害嫩叶、花、荚，蚕豆象 *Bruchus rufimarus* 为害种子。

营养成分与用途　蚕豆干种子约含蛋白质25%，脂肪0.5～1.7%，纤维素6.0～7.0%，碳水化合物47～60%，灰分2.5～3.0%，蛋白质中氨基酸种类较齐全，八种必需氨基酸含量亦高。

蚕豆可加工制成许多风味食品，如五香豆、兰花豆、豆瓣酱；淀粉可制作粉丝、粉皮；新鲜的青蚕豆可作蔬菜，亦能加工成罐头。蚕豆籽粒、秸秆、荚和叶可作饲料，也是优良的绿肥作物。

蚕豆花和种子中含有二种糖苷嘧啶，即蚕豆嘧啶与伴蚕豆嘧啶，能使缺葡萄糖-6-磷酸脱氢酶（G-6-Po）的人发生急性溶血性贫血症，出现黄疸、血尿、发烧及贫血等症状，称为黄病，简称豆黄。发病率因

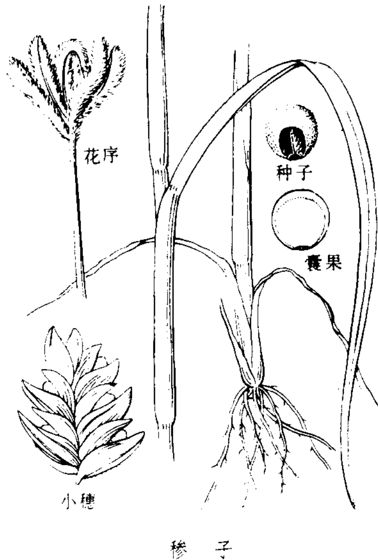
地区而异，地中海地区如意大利发病率较高，中国偶有发生。（龚畿道）

穇子（finger millet） 禾本科穇属中的一个栽培种，学名*Eleusine Coracana*（L.）Gaertn.，一年生草本，通常称龙爪稷、龙爪粟、鸭足稗和鸡爪谷等。是一种粒小、耐贮存的热带耐旱谷物，主要用作粮食或酿制啤酒，也兼作饲料。

穇子起源于非洲，有很长的栽培历史，主产区在印度，种植面积约250万公顷。非洲的乌干达，面积40万公顷左右，赞比亚、索马里、苏丹、尼泊尔也有种植。中国种植以西南各省较多，如西藏东南部、云南、贵州、四川等，湖北、江西、浙江、福建和广东等地也有，但分布零散。

染色体为2n＝36的异源四倍体植物，来源于分布很广的野生牛筋草。

穇子的须根密集。秆直立丛生，高1米左右，分蘖多，粗壮，无毛。叶鞘较短，叶舌密生纤毛；叶片宽线形，长30～60厘米，宽5～10毫米。穗状花序粗壮，长5～10厘米，宽达1厘米，3～7枚呈指状排列于茎顶，常作弓状弯曲。小穗含5～9枚小花，长7～9毫米，无柄，或两列密集排列于穗轴之一侧。果为囊果，小圆球形，直径1～1.8毫米。种子带褐色或深棕色，果皮薄，胚长约为种子的1/2（见图）。



穇　子

根据穇子穗状花序的数目和弯曲程度，小穗籽粒的颜色，质地和大小等差别划分类型。穗状花序分为直立与拳状，籽粒色泽有红粒种和黄粒种，根据籽粒的质地又可分为粳性和糯性等等不同类型。以拳状黄粒类型的产量较高，抗病力较强。

栽培穇子有直播和育苗**移栽**两种方法。直播的生育期约4个月；**育苗**的苗期1个月，本田生育期约3个半月。春夏都能播种。中国南方，春播的在清明前播种，5月初移栽；夏播的在7月初播种，8月初移栽。穇子苗期怕涝，苗床宜选择排水良好之肥地；开播种沟，出苗后及时间苗除草，施肥。幼苗7～8叶时移栽，穴距10～20厘米，行距30～40厘米，穴内施入基肥，斜放数苗。穇子吸肥力强，结合中耕培土，需施肥2～3次。直播的在7月下旬播种，播种量每公顷约10千克（每亩约700克），用焦泥炭覆盖，作为基肥，播后半月，结合中耕，施人粪尿作苗肥，经一周后第二次中耕，再施氮肥，抽穗前培土并结合施穗肥。

穇子需分三四次**收获**，因主秆与分蘖的成熟期参差不一，宜将成熟早的主穗先收获，一般作留种用，接着施一次肥，再收第二三次。然后脱粒、晒干、贮藏。

穇子含蛋白质7%左右。籽粒作饼，煮粥，是某些地区的主食。热带地区可用来酿制啤酒。为有一定营养价值耐贮藏的谷物。穇子的种仁味甘、苦温，入药有补中益气之效。茎叶青割制干草作饲料；秆纤维可编制篮、帽，也可作造纸原料。（刘　亮）

草芦（reed canary grass） 禾本科虉草属中的一个种，学名*Phalaris arundinacea* L.。多年生草本，优良饲草作物。原产欧洲、北美和亚洲。分布在全世界温带地区。中国华中、华北及江苏、浙江等地有分布；80年代又引进栽培种。


草　芦

根系发达，有根茎，秆直立丛生，叶丛高1米左右，抽穗后高可达1.5米；叶片长10～25厘米，宽0.5～1.5厘米；总状花序，分枝密生小穗，含3朵小花，其中两个花不孕，顶生，花两性，异花授粉；种子（连稃）褐黄色，卵形，光亮，有毛茸，千粒重（连稃）0.85克左右，2n＝14，28，42（见图）。

喜温暖湿润气候，常生于多水的湿地，抗寒性较强，在北京可越冬；在南京可越夏；越冬植株在5月中旬开始抽穗，6月上旬盛花，7月上旬成熟。每公顷

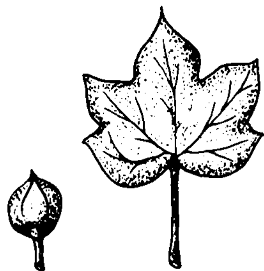
产种子230～450千克。

可用种子播种，也可以根茎分株繁殖。在北方可春播也可秋播，在南方以秋播为宜。条播行距30～40厘米，播深2～3厘米，每公顷播种量15千克左右。分株栽植时，按40厘米开行，将分蘖排成行，埋土深5厘米左右，土壤干旱，则应灌水。耐刈割，再生性好，但草质有点粗糙，一年可刈3～4次，每公顷产鲜草30～60吨。可青饲，晒制干草或青贮。调剂干草时，必须在抽穗前刈割，迟则草质差，适口性和营养价值均下降。鲜草含干物质23.8%，粗蛋白质4.5%，粗脂肪1.0%，粗纤维6.2%，无氮浸出物9.3%，灰分2.8%，钙0.13%，磷0.055%。 （洪汝兴）

草莓三叶（strawberry clover） 豆科三叶草属的一个种，学名*Trifolium fragiferum* L.，多年生牧草。原产于欧洲南部及地中海东部各地。欧洲、大洋洲、美洲北部的重要牧草。中国新疆有野生。形态与白三叶相似。

主根入土较深，支根多，茎细长，匍匐生长，着地生根。小叶椭圆形或倒卵形，有细锯齿，先端微凹，托叶披针形，锐尖、膜质，包于茎上。头形总状花序，花白色或淡红色，自花授粉，种子成熟时荚果膨胀呈矩形似草莓果实，每荚种子1粒或2粒，种子卵形，褐色，千粒重1.5克，去壳种子硬实率40～75%。喜冷凉湿润气候，能耐寒耐热。对土壤适应性广，耐湿耐旱力较强。耐盐碱性很强，能在低湿且含盐量高，其他牧草不能生长的地区栽培。每公顷播种量7～10千克。复土深度1～1.5厘米。植株低矮，产量低，但再生迅速，宜作放牧利用，适口性尚好。巴勒斯坦草莓三叶（cv. palestine）是由巴勒斯坦输入澳大利亚后培育而成的一个品种，丰产性能较好，耐盐碱，能在潮湿，排水不良的贫瘠土壤上生长，最适于牧羊，但耐寒性则较其他草莓三叶略差。 （梁祖铎）

草棉（herbaceous cotton） 二倍体栽培棉种之一，学名*G.herbaceum* L.。染色体数2n=2x=26。原产于非洲南部，是非洲大陆栽培较早的棉种，故又称非洲棉。草棉可分为5个种系（race），即暗色棉（percicum）、库尔加棉（kuljianum）、威地棉（Wightianum）、槭叶棉（acerifolium）和阿非利加棉（Africanum），前3个为一年生，后2个为多年生。中国西北地区曾种植的草棉属于库尔加棉种系。栽培的草棉为一年生，植株矮小，在100厘米以下，叶小，生育期120～150天。其叶片、花冠和棉铃均较小（见**陆地棉**附表）。草棉的棉铃小（见图），单铃子棉重约2克左右；种子小，衣分约30%。产量低，纤维短，品质亦差。但耐旱性强。印度、巴基斯坦等国仍有少量种植。 （汪若海）


草棉的叶、铃形态特征

草木樨（sweet clover） 豆科草木樨属*Melilotus* L.。二年生或一年生直立性草本，是优良绿肥及牧草作物。

起源与分布　起源于欧洲与亚洲接壤地区，本属植物在全世界分布20多种。1900年在美国的肯塔基州中北部改良石灰性土壤的良好效果引起了人们重视，以后相继引入澳大利亚、联邦德国、民主德国、苏联、波兰等国，除了肥田改土之外，还作为牲畜的饲草和放牧之用，因此发展迅速。如美国内布拉斯加州的种植面积从1920年的3万公顷增加到1930年的11万公顷。草木樨在中国分布较广，北方种植面积占绿肥播种面积的80%左右，南方丘陵地也有栽培。

形态　主根发达，有根瘤。茎直立，全株含香豆素，叶为三出羽状复叶，小叶披针形至长椭圆形，边缘有锯齿，托叶小，先端尖。总状花序，腋生，花序轴延伸，多花疏列；花冠白色或黄色，萼钟形；旗瓣长椭圆形或倒卵形，翼瓣狭细，龙骨瓣直而钝；雄蕊10枚（9+1两体），花丝顶端不膨大，花柱细长，柱头小顶生；子房有小柄或无柄；胚珠2～8粒。荚果球形或近卵形，不易开裂，含种子多为1粒，很少2粒。种子肾形，略扁平，黄色或黄棕色，千粒重1.9～2.5克。

种类及特性　具有经济价值的栽培种，主要有六种：

白花草木樨（*M.albus* Desr.）又称白甜三叶、马苜蓿等（见图）。原产亚洲西部。二年生。根系长达1～2米，粗壮发达。茎直立或稍弯曲，光滑或稍有毛，中空，高1～2.5米，种皮有蜡质，硬籽率约占10～60%。种子在适宜温度下，土壤含水量10～12%时即可萌发，每形成1克干物质消耗水分500～770克。抗盐碱，在含盐量0.3%的土壤上能正常生长。耐瘠薄，耐干旱，抗寒力强，出苗后短时间能耐－4℃的低温，越冬芽能耐－30℃的严寒。出


白花草木樨

苗一个月后生长迅速，越冬前根系生长很快，贮蓄大量养分。根颈处形成越冬芽，第二年丛生的越冬芽萌发抽枝后，植株生长加快。中国东北地区4月中下旬到5月上旬的一段时间内，株高日平均伸长10厘米以上，6月下旬至7月中旬种子成熟。在草木樨属中，白花草木樨是产草量与产种量都比较高的种类。中国在20世纪40年代从美国引入，为主要栽培种。

黄花草木樨*M.officinalis* (L.) Desr. 原产中欧，中国西藏、四川等地区有野生分布。二年生，主根长1～2米，形似胡萝卜。茎高1～2.3米，茎细，株型较散，比白花草木樨早熟10～15天，株型小，产草量低20～30%。抗干旱，亦耐瘠、耐盐碱。

香草木樨*M.suaveolens* Ledeb. 又称野苜蓿。原产中国西南等地，其它地区也有分布。二年生或一年生。主根较短，侧根发达。草高一般1米左右，茎较细直立，叶狭细，枝多叶少，丛生，花比较大，浅黄色。比白花草木樨和黄花草木樨抗逆性强，但产草量低，饲草质量差。

细齿草木樨*M.dentatus* (W.K.) Pers. 又称无味草木樨、甜苜蓿。原产地中海地区，中国华北、东北地区以及内蒙古、华北等地有野生分布。一年生或越年生。根系粗壮，叶缘多锯齿，茎高一般为0.3～0.9米，侧枝较长，花多而小，黄色，花期较晚。长城以北，种子不能完全成熟。植株中香豆素含量低，饲用适口性好，耐盐碱，但苗期抗旱性差。中国栽培种系于1954年从苏联引入，已在河北、河南、山东、山西、陕西、甘肃、辽宁等省种植。

印度草木樨*M.indicus* All. 又称酸三叶草。原产印度及地中海地区，一年生，根系细而长，侧根较少。茎细分枝多，株高一般0.5～0.7米，花及荚果很小。抗热、早熟，生育期70～90天。

伏尔加草木樨*M.wolgieus* Poir. 又称俄罗斯草木樨，原产苏联。二年生，比白花草木樨耐旱，耐寒，产草量低，但干草比较柔软。20世纪70年代引进中国北方栽培。

此外，中国栽培着一些一年生白花或黄花草木樨，大都系白花草木樨和黄花草木樨的变种。

栽培　种子硬籽比例大，因此，播种前要进行碾磨处理。飞机播种时，通常在处理完种子后作成丸衣种子，即在种皮上包一层泥土和肥料的混合物。北方可在早春顶凌播种或冬前寄籽播种；东北地区8月以后播种会降低越冬率；南方则春、秋两季均能播种，一般采用条播，行距70厘米左右。每公顷播量，去荚壳的种子15～22.5千克，播深不超过2.5厘米。在缺磷土壤上，施用磷肥可大幅度提高鲜草产量。出苗后一个月内注意防治金龟子等虫和杂草的危害。在早春播种的第一年，6月或7月份可刈割一次，二年生草木樨，以在轻霜以后部分叶子萎蔫而未脱落时刈割第二次为宜，这时养分转入根部，有利越冬芽的形成。第二年在现蕾前刈割，以利再生，留茬高度以10～15厘米为宜，切忌雨天割草，防止刀口流进雨水造成根茬腐烂死亡。春播当年每公顷可产鲜草15～37.5吨，第二年开花前每公顷可生产鲜草22.5～75.0吨。无限花序，果实成熟期不一，留种时一般待中下部荚果有65～70%由深黄色变暗绿色时即可收获，每公顷种子产量约370～1 100千克。

利用　鲜草含水分80%左右，N 0.48～0.66%，P_2O_5 0.13～0.17%，K_2O 0.44～0.77%，翻压作肥料，肥效显著。生长第一年的风干草，含水分7.37%，粗蛋白17.51%，粗脂肪3.17%，粗纤维30.35%，无氮浸出物34.55%，灰分7.00%。饲用时可制成干草粉或青贮，打浆，因牲畜开始时不喜进食，需与其它饲料搭配，使其逐渐适应。种子含蛋白质41.30%，脂肪5.46%，淀粉14.66%，经过加工粉碎后，是优良的精饲料。贮藏或调制时如有霉烂，植株内所含香豆素就转变为双香豆素或出血素，牲畜食后会中毒，如遇创则流血不止而死亡，因此霉烂的青草、青贮草和干草绝对禁止喂饲。香豆素含量因种而异，二年生白花草木樨含量占干物重的1.05～1.40%，而细齿草木樨仅含0.01～0.03%。白花草木樨第一年在重霜后收割也有利于降低香豆素含量。直接在草木樨地上放牧，牲畜食草过多易发生臌胀病，应予注意。草木樨根深，覆盖度大，防风保土效果极好。又因花多、蜜多，每朵小花可分泌0.15～0.50毫克的蜜液，是很好的蜜源作物。收种后的秸秆可作燃料，也可以粉碎成草粉；蒸煮喂饲家畜或作饲料的填充剂。草木樨是改良草地，建立山地草场的良好资源；在低产地区与粮食作物轮种，可以提高全周期产量和经济收入，在复种指数高的地区可与粮食、棉花、油料等作物间套种植。在南方丘陵旱地和林间果园及路旁、陡坡、渠边、沟壑、沙荒等瘠薄土壤上均可种植。

参考书目

辽宁省农业科学院土肥所：《草木樨》，农业出版社，北京，1978。

（焦　彬）

草田轮作（forage-field crop rotation or ley farming）　在同一块耕地上轮换种植多年生牧草与**农作物**的种植方式。在这种轮作中，多年生牧草至少利用两年，一般占轮作周期1/3以上的时间。多年生牧草常用的有豆科的**三叶草**、苜蓿和禾本科的猫尾草、雀麦草等。典型的草田轮作如：三叶草与猫尾草混播两年→玉米→小麦（美国）；**苜蓿**→苜蓿→苜蓿→棉→棉→棉→棉（中国新疆）；休闲→**冬小麦**→**春小麦**→牧草→牧草→牧草→春小麦→春小麦→冬小麦→春大麦（苏联）。

世界上草田轮作主要分布于冷凉湿润、畜牧业比

重大的地区，例如西北欧、北欧、苏联西北部、美国东北部的五大湖地区。随着畜牧业的发展，在英国曾长期实行的诺尔福克式轮作（见**轮作**）逐步演变为包含有三四年牧草的草田轮作，如牧草→牧草→牧草→麦类→**马铃薯**→马铃薯→麦类→麦类→麦类套牧草。通过草田轮作，多年生牧草不但是牲畜的优良饲料，而且对增加土壤有机质，保持水土，改善土壤结构，起了重要作用。但无论是禾本科多年生牧草或豆科牧草都要消耗较多的土壤水分。

苏联土壤学家 B. P. 威廉士（Вильямс）是草田轮作学说的积极提倡者之一，他认为土壤肥力的中心问题是水稳性团粒结构，而水稳性团粒结构只有在多年生禾本科与豆科牧草混播的情况下才能形成，他认为一年生作物或牧草，或多年生禾本科、豆科牧草分别种植，都不具有形成水稳性团粒结构的作用。苏联曾一度在半干旱草原地区也机械地推行草田轮作，效果不好。世界各国学者对这个学说也存在不同的意见。

中国实行草田轮作的面积很小，主要分布在西北、东北和华北个别地区。新疆在灌溉地上实行苜蓿与棉花或粮食作物轮作有一定面积，对培肥地力、农牧结合起了积极作用。（刘巽浩）

测产（yield estimation） 农作物收获前的产量预测，测产的统计资料是国家编制国民经济计划、国际贸易中掌握农产品供销动态，以及国家对农产品的储运、加工等的参考依据。也是生产单位收获前准备劳力、物资的重要依据。

农作物测产一般采取抽样测产，以抽样代表总体。因此首先要在大量的、不同类型的农作物群体中确定抽样对象，常用的方法是划类选点和等距离抽样两种方法。划类选点是将全部测产对象按栽培条件及作物生育状况分成几个类型片，在每一类型片中选定一个测产片，在测产片内选2～3块有代表性的田块，每一田块设置3～9个取样点进行测产，测产结果即该类型片的产量。等距离抽样是将全部测产田块，按目测估产水平由低到高排列，累计各产量水平的播种面积，将播种面积分为几个相等的组，从每组抽取位于本组半距（中点）的测产单位作为调查田块。在确定了取样的类型片和地块以后，还要根据测产地作物生长的均匀程度和面积的大小确定具体田块的样点数目、样点大小和取样形式。作物生长均匀，土壤肥力差异小，取样点面积大，则取样点数可少些。一般5～10个点为宜。若田间作物生长均匀，土壤差异小，可在一条对角线或两条对角线上间隔一定距离设置取样点。田间作物生长不均匀，可按总体变异比例划分设置取样点。

测产方法通常采用目测法、取样测数法和取样实割法三种：

目测估产法　简便易行的方法，一般由有经验的生产者或科技人员，根据以往实践经验结合当年气候栽培水平和田间作物长势，综合分析判断，得出粗略的估产概念。鉴于个人经验的局限性，目测法使测产结果常有很大的出入。

取样测数法　通过选点取样，查株数、穗（荚、铃）数、粒数，求算出样点产量及单位面积产量的方法。

取样点的形式和大小，按作物植株大小和播种方式来决定，小植株的密植作物样点大小可用1平方米、2平方米，这样便于折公顷计算产量。高秆宽行距作物样点面积一般要大于1平方米以上。样点形式有方形样点和长度样点。方形样点可用制成的测产框进行取样，长度样点是根据平均行距除以计划取样面积得出取样长度，然后根据取样长度，可在一行或几行上进行该点样数的取样测产。通常不论小株密植作物或高秆作物，采用长度样点较为方便而且准确，尤其是高秆作物更不宜用方形样点测产。样点确定后即可根据不同作物的产量结构进行数苗，数穗，数粒，数荚，数铃等项目的调查。调查时为避免误差过大，对粒数、荚数等项目取样要在30穗或荚以上。取样测数法并不要求将样点全部植株割下进行离体实测，因此可在成熟之前的较早时期内进行，真正起到测产的作用。调查结束后即可根据不同作物产量构成，把样点产量折算为每公顷产量。以稻、麦、棉花为例计算如下：

稻、麦公顷产量（千克）

$$=\frac{\text{每折每公顷面积}\times\text{取样面积总穗数}\times\text{每穗粒数}}{\text{取样面积}\times\text{每千克粒数}}$$

$$=\frac{\text{每公顷总穗数}\times\text{每穗粒数}\times\text{千粒重}}{1\,000\times1\,000}$$

棉花公顷产量（千克）

$$=\frac{\text{每公顷面积}\times\text{取样面积总株数}\times\text{每株铃数}}{\text{取样面积}\times\text{每千克铃数}}$$

取样实割法　该法是按照取样测数法确定样点后，将样点内全部植株收割、脱粒或采摘，称重得样点实产，然后按下式计算为公顷产量：

$$\text{每公顷产量}=\text{样点产量}\times\frac{\text{每公顷面积}}{\text{样点面积}}$$

将各样点测产数平均得该田块的测产结果，为获得某单位不同类型片的平均产量，可用加权法求算不同类型片的平均产量。

某类型片总产估计数

＝某类型片面积×某类型片抽样田块平均产量

其它测产方法　随着近代科学的发展，以高空大范围宏观信息感应的各种测产方法，在世界各国相继采用，如以飞机、卫星和飞船进行产量预测。利用光学和电子仪器接受地面农作物辐射、反射和散射的电磁波信号，用图像胶片和数据磁带记录下来，通过无线电将图像和数据传送到地面接收站，借助电子计算

机进行处理加工，从中提取对农作物生长状况及产量的有关信息。

遥测测产，首先对土地进行农业分区，确定某一类作物的播种面积后，对作物出苗率进行勘测，对播种面积进行复测，排除改种等因素引起误差，在作物主要生长阶段勘测作物长势及不同生育状态，进行大量的多光谱反射率的测定。根据这些卫星遥测资料，对相应地区的日照量、降雨量、热量动态和这些因素对作物产量影响的历史资料所建立的模式进行对比，再根据作物品种的属性确定单产及某作物的估产。

航空勘测离地面较近，一般用广角相机，一幅像片能覆盖十平方公里地面，但像片的纠正和复制费用高；卫星遥测离地面远，用窄角相机，一台摄像机可摄98×98平方公里的面积，地面分辨率达40米，载人宇宙飞行器的照相机分辨率可达10～20米。卫星每天绕地球14圈，18天可摄整个地球一遍。卫星探测范围大，受地面条件限制小，获得资料全面，迅速准确，并能反映地面的动态变化过程。美国利用陆地卫星估产误差仅0.565～3%。

（何衡平）

测交（test cross）　为测定育种材料的配合力、育性恢复力、基因型而进行的杂交。通常用被测材料与特定测验种（**品种**、品系、自交系、不育系、群体）杂交或按一定交配设计进行交配，根据杂种表现判断被测材料的配合力、恢复力或基因型。

测定异花授粉作物自交系配合力是用一个具有广泛遗传基础的品种或综合种，或用一组自交系作测验种，与若干被测自交系进行杂交；根据杂种一代的表现，可以确定被测定自交系的**一般配合力**或**特殊配合力**。采用双列杂交法进行测交时，可以同时测定自交系的一般配合力与特殊配合力。用这种方法不仅能分析产量的配合力，而且能分析任何可以数值化的性状的配合力。

测定**雄性不育恢复系**的育性恢复力是杂交优势利用育种的重要环节。是以若干不育系母本为测验种，与一系列**恢复系**杂交，根据杂种一代的育性表现确定供测恢复系的育性恢复能力。

确定被测材料的基因型是遗传研究中常用的方法，是用具有某一性状的纯合个体与不具有该性状的纯合材料（测验种）杂交，再用杂交种F_1与双亲中表现隐性遗传的亲本进行回交（在此称测交），根据回交后代的分离比例，推断决定被测材料该性状的基因数目。此法比自交后代分离做法简单，需要群体较小，在牵涉到的基因数目较多时，更易作出判断。例如在决定某性状的基因为两对显性基因时，自交后代分离比例为9:3:3:1或15:1，测交后代则为1:2:1或3:1。

（孙伯陶）

插秧（rice transplanting）　把稻秧移栽到大田的作业。通过插秧，可以更有效地利用生长季节，提高耕地复种指数；有利防除杂草，实行合理密植，还可促使个体和群体良好发育，从而获得较高的产量。

适期早插是水稻高产栽培的重要措施之一，日平均气温稳定在14℃以上可插粳稻，15℃以上可栽籼稻。多熟制稻田的插秧期还要考虑好茬口的衔接，在保证水稻安全齐穗的日期内，完成插秧。生长期较短的早、中稻品种，宜插嫩壮秧，秧龄切忌过长，以免发生早穗现象，造成减产。生长期长的晚稻品种，秧龄可适当延长，宜插老壮秧，以弥补本田营养生长期不足，增加产量。

插秧操作方法有手工插秧和机械插秧（见**机械插秧**）两种。手工插秧是传统的方法，即按适宜的行穴距，逐穴插秧，可采取大苗拔秧洗根插或小苗带土插。前者要求插稳插浅，深度2厘米左右。后者要求带泥插入土层，使与田面同一水平面。浅插有利秧苗早返青、早分蘖，铲秧带土插植伤少，成活快，但每穴苗数容易失之过多，形成发育不良的包心苗。稻秧要随拔随插，三天后查苗补缺，以保全苗。

采取适宜的栽插方式和密度能协调个体和群体的发展，提高单位面积产量。确定插秧密度的一般原则是：肥田宜偏稀，瘦田宜偏密；分蘖力强、株型松散的品种宜偏稀，分蘖力弱、株型紧凑的品种宜偏密；生长期长、插秧早的宜偏稀；生长期短、插秧迟的宜偏密。插秧方式因行穴距不同有①正方形。行穴距相等，如16×16厘米、20×20厘米等；②长方形。如行距20～26厘米，穴距10～16厘米；③宽行条插。将行距扩大到26～33厘米条插，穴距10厘米；④宽窄行。将行距分为宽窄相同，如宽行40～60厘米，窄行13厘米左右，穴距一般10厘米左右。以上几种插植方式以采用长方形或宽行条插较好。中国辽宁、吉林等省平原稻区，长江流域少数单季晚粳及广东省部分稻区应用条插居多。

（高佩文）

茬口（previous crop）　在作物**轮作**或**连作**中，影响后作物生长的前茬作物及其迹地的泛称。茬口的优劣决定于前茬作物对土壤理化性状的影响；归还物质的量与质；遗留病虫草害的状况；在前茬作物种植过程中，施肥、灌溉、除草、病虫害防除等人为因素对茬地的影响；前茬作物腾茬的早晚与前后作物收播期间的长短（在一年二熟、三熟情况下尤为重要）；前后作物相互适应或矛盾的特点等。

研究茬口特性可为合理轮作或连作提供科学依据，根据前作及其迹地的特点，便于选择最适宜的后作物，使之得到最佳的生育季节与良好的土壤环境，以保证轮作中各类作物均衡增产。中国古农书中有许多关于茬口的记载。如战国时著作《吕氏春秋》的《任地篇》中

有"今兹美禾，来兹美麦"。在贾思勰《齐民要术》中系统地总结了茬口的经验，如"凡谷田，绿豆、小豆底为上；麻黍、胡麻为次；芜菁、大豆为下"；"凡黍穄田，新开荒为上，大豆底次之，谷底为下"。19世纪中叶《救荒简易书》中曾将生产上的茬口经验进行整理，分为"茬地相宜"、"茬地避忌"、"重茬避茬"等内容。

在一般情况下，各类作物的茬口特点是：一年生豆科作物消耗土壤氮少，多年生豆科作物（如苜蓿、三叶草）或豆科绿肥作物（如紫云英、田菁）还可增加土壤中的氮素，是粮食、经济作物的好茬口，但需磷钾肥多；禾本科作物遗留在土壤中的根茬多，可能还田的秸秆也多，因而增加了土壤中的有机质源，但消耗氮素多，应多施肥；禾谷类作物一般较少感染根部病害，因而较耐连茬，又是许多易感根病作物（如甜菜、亚麻）的好前作；宽行或中耕作物如棉花、玉米、谷子等在生长期间要进行多次中耕除草，故遗留杂草少；经济作物，如棉花、麻类、甜菜、烟草、马铃薯以及瓜类蔬菜等，因经济价值高，故一般施肥较多（玉米也是如此），从养分角度来说是好茬口，但是许多经济作物病害多，应以不感染此类病害的禾谷类作为它的后茬；休闲在半干旱地区是一个好茬口，可蓄积土壤水分，减少杂草，矿化养分，但土壤中潜在养分消耗多；水稻与旱作物互为前茬，有利于改善土壤理化性状，增加产量；在一年二熟或三熟地区，前后茬口衔接的时间与长短，是衡量茬口优劣的一个重要方面，例如在黄淮海地区，冬小麦的好茬口是春播早秋收获的芝麻茬、春高粱茬、春玉米茬，居中的是夏大豆茬或夏玉米茬，最差的是晚秋收获的甘薯茬、棉花茬。

茬口的优劣是相对的，要根据各地的自然条件、管理措施、作物品种、产量高低、病虫害状况等而评价不同。

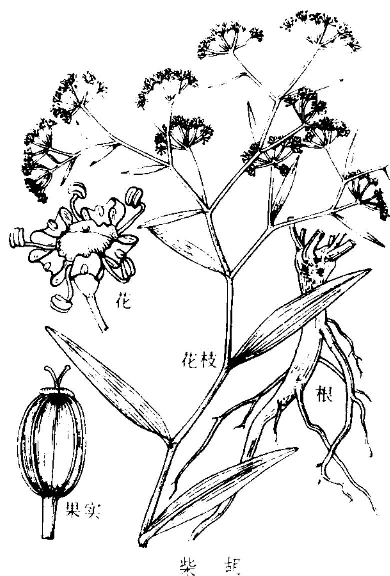
（李丕明、元生朝）

柴胡（Chinese thorowax）

伞形科柴胡属中的一个种，学名*Bupleurum chinense* DC.。多年生草本植物。古代作茈胡，别名硬苗柴胡、竹叶柴胡。根供药用。分布于中国东北、华北、西北、华东、华中等地区，称北柴胡。同属植物有狭叶柴胡 *B. scorzonerifolium* Willd. 的根，也同等入药，称南柴胡。其茎叶亦供药用，称春柴胡或芽胡。

柴胡株高50～85厘米。主根较粗，棕褐色，质坚硬。茎直立，上部多分枝，略作"之"字形弯曲。叶互生，基生叶倒披针形或狭椭圆形，顶端渐尖，基部收缩成柄；茎中部叶倒披针形或广线状披针形，顶端急尖，有短芒尖头，基部收缩成叶鞘抱茎；茎上部叶形同而小。复伞形花序，腋生兼顶生；总苞片2～3片，甚小；小总苞片 5 片。花小，黄色。双悬果卵形至椭圆形，棕色，果棱明显。花期 7 月至 9 月，果期 9 月至10月。

性耐寒、耐旱，怕水涝。多生长于较干燥的山坡、林缘、岸旁及草丛中。栽培以砂质壤土或腐殖质土为佳，不宜在粘土和易积水的地区种植。



柴胡

用种子繁殖，直播或育苗移栽。直播：4月至5月，在翻好的土地上作畦，按15～20厘米行距开沟，将种子均匀地撒入沟内，覆土，稍压，浇水，保持土壤湿润。一般温度在20℃左右，播后 7 天即可出苗；低于20℃则需10多天才能出苗。播种量每公顷22千克左右。育苗：3月上旬至 4 月下旬播种，条播或撒播。播后覆土浇水。苗期宜经常除草松土，至苗高 6 厘米时即可移栽，苗高15厘米时，追肥一次。第 1 年新栽柴胡较细弱，雨季前，应中耕培土，以防倒伏。第 2 年始抽薹开花。果实成熟时，选留种子。虫害有黄凤蝶*Papilio machaon*、赤条椿象*Graphosoma rubrolineata*等。秋后植株开始枯萎时采收，将根刨出后，除去残茎、泥土，晒干。

根的主要成分为柴胡皂甙，其中有柴胡皂甙Ⅰa、Ⅰb和Ⅱ（Saikoside Ⅰa、Ⅰb、Ⅱ）；其次为植物甾醇、侧金盏花醇及微量挥发油等。药理实验：柴胡皂甙有抗炎解热、镇静、镇痛、镇咳、抗菌、抗病毒及保肝等作用。根味苦，性微寒。功能解表和里，疏肝解郁，升提中气。主治感冒发热，寒热往来，疟疾，胁肋胀痛，月经不调，脱肛，子宫脱垂等症。

（臧载阳）

产胶作物（produce rubber crops）

据各国学者调查，含有橡胶的植物约有三千余种，但具备产量高、品质好、栽培容易、采割方便等经济价值条件的不多。除世界生产性种植的巴西橡胶外，曾经作生产性种植的尚有杜仲、银胶菊、橡胶草、印度榕、美洲橡胶、木薯橡胶、丝胶等。

杜仲*Eucommia ulmoides* Oliv. 又叫丝棉木，属杜仲科。中国特产，原产地为贵州、四川、云南、湖北、湖南、陕西、河南、甘肃、安徽、浙江等省。适生于海拔300～2 500米，年平均气温13～17℃，年雨量500～1 500毫米的地区。为落叶乔木，高7～10米，有时可达15米以上。除木质部外各种组织和器官都含有硬橡胶，尤以树皮、叶脉中较多。硬橡胶是一种海底电线的良好绝缘材料，又可作不传热的补牙材料。杜仲树皮又是名贵的中药材。

银胶菊*Parthenium argentatum* Gray 属菊科。原产于墨西哥中北部，适生于海拔1 000～2 000米，20°N～30°N，年平均气温12～14℃，冬季绝对低温不低于-10℃的地区。分布于墨西哥美国西南部、苏联、意大利、利比亚、智利、阿根廷等地。

银胶菊是多年生常绿矮小灌木，高30～100厘米，植株各部分都含橡胶，但茎和根的薄壁细胞中含量较多。需磨碎细胞，分离树脂，用溶剂抽提，才能获得橡胶。

橡胶草 *Taraxacum koksaghyz* Rodin 属菊科，是多年生宿根草本植物。原产于苏联哈萨克共和国天山山谷和中国新疆的特克斯河流域。适生于79°E～80°30′E，40°20′N～43°20′N，海拔1 800～2 000米地区。

橡胶主要含于根部韧皮组织的乳管中。

印度榕*Ficus elastica* Roxb 又名橡皮树，属桑科。原产印度和马来西亚，现分布到缅甸、爪哇和中国华南和四川地区。常绿阔叶乔木，高10余米，树干里含有橡胶，品质较巴西橡胶差。

美洲橡胶*Castilloa elastica* Cerv. 属桑科。原产中南美洲，适生的温度为23～30℃。树高20～25米，直径可达0.9米，树干割胶产生胶乳，属酸性，需加碱中和沉淀，才能使用。

木薯橡胶*Manihot glaziovii* Muell 属大戟科。原产于南美巴西的年气温为29.4～29.7℃的干燥地区。适生于海拔150～1 100米，年雨量1 220～2 440毫米的砂砾土地区，能耐16℃低温，耐旱力较强。

是多年生灌木，茎高可达10米，直径18～60厘米，从树干割取的胶乳质量较巴西橡胶差。曾在南美作生产性种植过，称为西拉橡胶。

丝胶*Funtuncia elastica* Stapf 属夹竹桃科。原产于非洲刚果森林中。树高可达30米，曾在生产上推广过。

参考书目

柳大绰、顾源、李有则、周嘉槐编：《橡胶植物》，科学出版社，北京，1956。

（刘松泉）

产量比较试验（yield trial） 鉴定和比较优良品系、品种产量潜力的试验。由初级至高级可分为鉴定圃、预试圃和品种比较试验。

鉴定圃 从**选种圃**选出新品系进行的初级产量比较试验。容纳的品系较多，可采用顺序排列法种植，或按随机排列应用滑动平均数法分析，也可采用格子方设计等。各品系的小区面积较小，种植密度及田间管理接近大田生产条件，通常重复2次。按试验设计要求安排对照品种并计算产量。试验一般进行一年，将产量超过或接近对照种，综合性状达到一定要求或有突出特点的品系升级至预试圃，其中拔尖的可升入品种比较试验。少数品系可留级一年，其余淘汰。异花授粉作物要专设种子区留种。

每小区种植3～6行，收获前截去行的两端，保留一定收获长度。小区边行一般不计产，但在情况许可时也可计产。根据本地区生产要求和育种目标记载参试品系的主要农艺性状和抗性，进行综合评定。除明显表现不好的品系可在田间淘汰外，应尽可能将全部品系收获、称产，并在室内考察种子性状。

预试圃 鉴定圃中选的品系进入预试圃。同鉴定圃相比，预试圃小区面积略大，重复次数2～4次，参试品系数目视育种规模而定。品系过多时可分组试验，组间设共同品种，以资比较。调查记载内容基本上同鉴定圃，也要设种子区。试验一年，全部收获计算产量。中选优良品系升入品种比较试验。

品种比较试验 新品系或引进的优良品种最高阶段的产量比较试验。要求从中最后肯定一至几个优良品种送交区域试验。它是育种程序的最后环节。

参试品系均已经过多年观察试验并有较高产量水平，颇有成为推广品种的希望，故一般改称为品种。

参试品种数目较少，禾谷类小株密播作物15～25个，中耕作物10～15个。通常采用随机区组设计，重复4～5次，小区面积较大，种植6～12行，中耕作物行数略少。耕作方法、施肥水平、播种方式、种植密度及栽培管理技术接近或相同于大田条件，并注意做到全田管理措施均匀一致，至少同一重复内的田间作业应在一日内完成。对土壤质地、肥力水平的均匀性要求更高，尽量减少试验误差。观察记载更为全面和精确，必要时可定株或固定样段进行定期观察，以了解品种性状的动态变化特点及其产量构成因素的形成过程。要作多次田间评定，以便在获得产量结果后，参照历次田间评定资料对参试品种作出当年的最后评价和处理意见。收获前截去播种行两端，保留一定收获长度，小区边行一般不计产，全部品系均需收获，按小区称产。如有缺苗断垄，应实地测量其面积，按一定方法校正其实得产量。

由于各年气象条件不同，基因型与环境条件又存在交互作用，除了有明显缺点的少数品种可以淘汰外，一般均应进行二年以上的试验。有希望的品种应及时

进行生产试验或参加多点试验。经2～3年品种比较试验后，可参照生产试验、多点试验结果，将具有丰产性、适应性、在产量或某些特性上确能超过对照种的品种送交区域试验。

品种比较试验必须设种子区，为下年试验及繁殖区提供纯正、优良种子。参加生产试验的品种更要加速繁殖种子。（张树榛）

朝鲜碱茅 禾本科碱茅属的一个种，学名 *Puccinellia chinampoensis* Ohwi，多年生草本。饲用作物。在朝鲜和中国东北、华北有野生分布。植株高约60厘米，叶片扁平，长3～6厘米，宽2～3毫米；圆锥花序，开展，长10～14厘米，每节2～5个分枝，小穗长1.5～6毫米，含5～7小花，颖顶端有纤毛状细裂齿，第一颖长1毫米，第二颖长1.5毫米；外颖具不明显的5脉，下部1/2疏生短毛，顶端截平，具不整齐细裂齿；第一外稃长1.5～2毫米，花药长1～1.2毫米（见图）。


朝鲜碱茅

朝鲜碱茅喜湿润和盐渍性土壤，在pH9～10的土壤上仍能生长，30厘米土层平均含盐量达0.87%的苏打盐碱上也能良好生长。而且耐旱、抗寒，草质柔软，适口性好，是优良牧草。其播种栽培技术与碱茅相同。（洪绂曾）

陈永康（1907～1985） 农民水稻专家，全国劳动模范，上海市松江县人。读过三年私塾，从一个农民成长为著名的全国劳动模范，在国内外享有盛誉。他在实践的基础上选育出水稻良种老来青，建立了水稻叶色"三黑三黄"看苗诊断技术和一套综合的水稻高产栽培技术体系。自50年代起，在江苏以及长江中、下游各主要稻区建立基地和"样板田"，以点带面，层层推广他的先进技术，对提高水稻大面积生产的精耕细作水平和实现高产稳产，起了重大作用，对中国水稻生产的发展作出了贡献。曾多次参加国际国内的水稻学术讨论会，先后发表了大量的有关水稻高产栽培技术的著作和论文，其中《陈永康水稻高产栽培经验》一书留传较广。

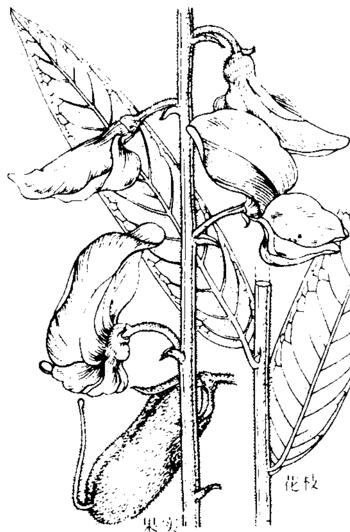


陈永康曾任一、二、三、四、六届全国人民代表大会代表，六届全国人大常委会委员；中共十一大代表；中共第四届江苏省委员会委员、五届江苏省人大常务委员会委员；中国农业科学院特约研究员，江苏省农业科学院副院长，江苏省科协副主席，农牧渔业部科学技术委员会委员等职。（邹江石）

柽麻（sun hemp） 豆科野百合属中的一个种，学名*Crotalaria juncea* L.，一年生草本。又名太阳麻、菽麻、印度麻。是优良的夏季绿肥作物。

原产印度和巴基斯坦。在非洲19世纪就已开始引种。中国最早栽培见于福建、台湾等省，以后引入安徽、湖北、河南、江苏、山东、山西、新疆等省（自治区）。

茎直立，高2～2.5米，茎枝具有小沟纹，密生绢质短柔毛，单叶，或矩圆状披针形，两面有短柔毛。总状花序顶生或腋生，花冠黄色，荚果圆柱形，密生柔毛，内含种子多粒，种子肾形，绿褐色或深褐色，有光泽。千粒重30～40克（见图）。



柽麻

适应性强，喜温暖湿润气候。耐旱，生长迅速，在短期内可以获得较高的产草量，是野百合属中生长最快的一个种。出苗快，如水分适宜，地温12℃以上，三天即可出苗。对土壤要求不很严格，但以排水良好的轻壤土为宜，如有渍水，易受涝死亡。吸磷能力较强，在缺磷地区，播种时结合施用磷肥，可提高产量，也有利下茬作物的增产。植株含水分80%左右，N 0.3～0.4%，P_2O_5 0.12%，K_2O 0.31%左右。

春、夏、秋季均可播种。可在粮、棉作物行间套种，也适宜在果、茶、桑及甘蔗园内种植。条播或撒播，播幅宜宽，播深3～4厘米，播种量一般45～60千克/公顷，留种田15～25千克/公顷。受豆荚螟 *Etiella zinckenella* 危害则会影响种子产量；宜适当推迟播期

和在花期喷撒药物防治。枯萎病是主要病害，在蕾花期以前发病，罹病植株根系与土壤结合松弛，茎基部呈浅褐色条斑，逐渐向上蔓延，以致全株枯萎，病原菌为潮湿镰刀菌野百合属变种*Fusarium udum* var. *crotalariae*种子带菌，应消毒并在新茬地上种植，可以明显减轻病害。 （陈礼智）

成熟（maturity） 作物在一定**生育期**内为生产提供的经济器官，其物质积累达到最佳值，并呈现固有的形态、结构和色泽时的生理现象。作物的成熟可分为生理成熟和工艺成熟。前者是个体发育的最后阶段，标志着个体发育的终结，如谷类和粒用豆类等；后者指经济器官在产量或品质上均达最佳状态。如**烟草**、**甘蔗**、**甜菜**、麻类等。收获子实的作物随着经济器官趋向成熟作物，在形态、生理和生物化学上，产生了一系列的复杂变化和转化。先是同化器官的蛋白质分解，继则茎叶中的临时性贮存物质进行转化和再分配，不断运往经济器官，参与最终经济产量的形成。与此同时，其它器官逐渐衰老，直至消亡。经济器官在成熟过程中的物质积累，除受作物种类和品种类型的遗传控制外，也受外界条件的影响。从作物生产上对高产优质的要求出发，掌握成熟适期十分重要。在适期以前或以后收获，产量和品质都有所降低；过熟收获还会增加收获损失。

以种子进行繁殖的作物，种子的成熟，主要是种胚和贮存器官，如子叶或胚乳的发育和成长。从受精卵发育成具有胚根、胚叶和茎生长点的种胚，是种质延续的遗传基础；子叶或胚乳中贮积物质是种子萌发和幼苗最初生长阶段的能量来源。有些作物的种子，尽管形态上已经完成器官的分化，但胚在生理上尚未达到成熟，需经一段生理转化之后始能萌发。胚的这个生理成熟变化过程，称为后熟。未完成后熟的休眠种子，虽有生活力但不立即发芽，用做播种材料时，会造成出苗不齐。生产上为加速完成后熟过程，常采用晒种或人工干燥。对于尚处在休眠状态的种子，可用化学药剂如四唑等测定生活力，以便提前评价其利用价值。 （李文雄）

成数假设测验（test of hypotheses of proportions） 用试验或调查样本的结果来推断关于单个或两个总体成数的统计假设可否接受的一种数学方法。有许多生物现象需用具有或不具有某种属性的百分数或成数来表示，如发芽率、病株率、死虫率等。这种资料的抽样分布常属于非连续性的二项式分布，原则上应依二项式分布进行假设测验。但为了简便，对于np和$nq(q=1-p)$都大于30的大样本，可用正态近似法测验，对于np和nq都大于5而等于或小于30的样本还需作连续性校正。采用χ^2测验和校正χ^2测验也可取得相同的结果。如果样本np或$nq\leqslant 5$，则宜通过二项式分布计算确切的概率进行测验。

以两个成数比较的假设测验为例，双尾测验时，H_0: $p_1=p_2$, H_A: $p_1\neq p_2$；单尾测验时，H_0: $p_1\geqslant p_2$，H_A: $p_1<p_2$；或H_0: $p_1\leqslant p_2$，H_A: $p_1>p_2$。其中p_1、p_2分别为两个样本所属总体的成数。两个成数差数的标准误可按下式计算：

$$S_{(\hat{p}_1-\hat{p}_2)}=\sqrt{\bar{p}\bar{q}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}$$

式中 n_1、n_2分别为两个样本的容量，而$\bar{p}$、$\bar{q}$分别为两个样本具有和不具有某一属性的成数加权算术平均数，即：

$$\bar{p}=\frac{\hat{p}_1 n_1+\hat{p}_2 n_2}{n_1+n_2},\quad \bar{q}=1-\bar{p}$$

在不需作连续性矫正时，正态近似法测验的u值为：

$$u=\frac{(\hat{p}_1-\hat{p}_2)-c}{S_{(\hat{p}_1-\hat{p}_2)}}$$

式中 c是无效假说中给出的既定成数，通常往往为0，故可得下式：

$$u=\frac{(\hat{p}_1-\hat{p}_2)-0}{S_{(\hat{p}_1-\hat{p}_2)}}$$

如果$|u|\geqslant 1.96$或$|u|\geqslant 2.58$，就可分别在5%或1%显著水平上否定H_0而接受H_A。

在需作连续性校正时：

$$u_c=\frac{|\hat{p}_1-\hat{p}_2|-\frac{0.5}{n_1}-\frac{0.5}{n_2}}{S_{(\hat{p}_1-\hat{p}_2)}}$$

（范 濂）

程侃声（1908～ ） 水稻育种栽培学家，湖北省安陆县人。1908年3月生。1931年毕业于北平大学农学院农艺系。曾先后在北平大学、河北大学、广西大学、湖北农学院等任助教、讲师及教授，并在广西农事试验场、湖北省农业改进所、云南省开远植棉试验场，主要从事**棉花**、**芝麻**、**黄麻**、**烟草**、**甘蔗**与**花生**的教学与研究工作，发表过"棉作田间试验技术之研究"、"中国黄麻品类及其栽培之初步研究"、"云南木棉根系之观察"（英文）等多篇论文。



1949年后一直在云南省从事稻作研究，先后任云南省农事试验站站长、省农业科学研究所粮食作物系主任、省农业科学院院长及名誉院长等职务，对云南的稻作生产、科研及农业科技人员的培训等作出了重要贡献。参与过**丁颖**主持的中国**水稻品种光温生态**

的研究，提出光温反应型的概念，进而提出光温反应型重组的设想。1976年在"云南省西南部稻种资源"考察报告中，他对国内外学者十分瞩目的云南稻种资源及其在育种利用、稻作分类和起源等问题上的地位，首次作出了科学的阐述。1980年以来主持了云南稻种资源的综合研究与利用课题，对云南及国内外稻种资源进行了系统而深入的研究，取得了国内外稻作学者关注的研究成果。曾获1978年科学大会奖、1981农牧渔业部技术改进一等奖等多种奖励。已发表的主要论文约40篇。著有《程侃声稻作论文选集》。

（王象坤）

赤芍 见芍药。

虫害防治（pest control） 对为害农作物的昆虫进行预防和除治的措施。根据害虫生物学特性及其发生和消长规律，采用生物、化学、诱杀及激素等方法进行防治，使农作物在生长发育过程中不受或少受危害，保证农作物高产优质。

害虫泛指一大类为害农作物的动物 (animal pest)，包括有害昆虫（injurious insects）、有害螨类（phylophagous）和某些有害软体动物（pernicious molluscs）。农作物的根、茎、叶、花、果、籽等部位都可能遭受危害，被害部位、时期和作物种类因害虫种类不同而异，为害程度也不同，轻者造成断根、叶子缺刻、茎被蛀成孔洞，花被残食，果实、种子被蛀食，使农作物生长发育不良，造成减产和产品品质下降；重则造成缺苗断垄、空秆、白穗、烂果、碎粒，甚至需拔除毁种，没有收成。因此，防治虫害是夺取农作物高产优质不可缺少的重要措施之一。

虫害防治宜采取"预防为主，综合防治"的方针。

检疫　是"预防为主"的重要措施之一，通过立法手段制止危险性害虫的传播和蔓延。世界上大多数国家都建立对外、对内检疫机构。中国在40多个口岸设置了动植物检疫所（站），大部分省（自治区、直辖市）、市建立了植保检疫站。1982年颁布了《中华人民共和国进出口检疫条例》，1983年颁布了《植物检疫条例》，并制定了检疫条例细则、在国内建立无检疫对象的种苗繁殖基地，调运经过消毒处理的种苗等措施，以制止危险害虫的扩大蔓延。

预测预报　是掌握虫情消长规律，抓住有利时机主动防治的重要手段。中国从1956～1984年，中央、省、市、区、县设立了各级测报站1 700多处，从上到下组成了测报网，形成了全国性的测报体系，基本上做到测报准确及时。如1983年安徽省对暴食性豆天蛾的预报准确，防治及时，减少**大豆**损失约1.2亿千克。中国在远距离迁飞性害虫的测报技术居于世界先进行列。如粘虫、稻飞虱、稻纵卷叶螟及地老虎等，均已掌握其迁飞规律，可以做中、长期预报及发生量预报。

生物防治　中国自20世纪50年代中期开始有计划地研究生物防治工作，释放赤眼蜂、瓢虫、平腹小蜂，保护利用草蛉、食蚜蝇、绒茧蜂，施用苏云金杆菌等多种有益生物控制虫害的面积1982年达0.13亿公顷。

化学防治　以化学药剂方法治虫仍占世界治虫的主导地位，有杀虫力强、收效快、控制害虫种群发展及时、保护性好等特点。但某些有机磷制剂，对人畜有剧毒，长期使用后害虫易产生抗性，并污染农副产品和环境，使自然生态平衡遭到破坏。氨基甲酸酯类、除虫菊酯类等化学药剂虽有高效低毒、低残留等优点，但常用害虫仍能产生抗性，对害虫天敌也不够安全。

综合防治　鉴于化学防治存在的缺点，20世纪60年代欧美一些昆虫学家，提出了化学防治与生物防治以及其他防治措施协调应用的综合防治（integrated control）或系统防治（systematic control）概念。70年代美国有些昆虫学家又提出从生态观点、经济观点、环保观点出发的综合治理（integrated pest management）策略，并在棉虫、果虫的防治上取得成效。其他国家也向这方面发展。

综合防治是控制虫害的重要手段，比任何单一的防治措施（如化学防治、生物防治、诱杀等）能更完善地解决虫害问题。它从生态、经济、环保等观点出发，充分发挥自然控制作用，根据虫情测报，因地、因时、因对象而制宜，将最有效的措施如生物防治、化学防治及农业防治中的抗虫育种、合理轮作和栽培技术等措施，取长补短的协调应用，把虫害控制在经济允许的水平以下，发挥最佳的生态、经济和社会效益。

此外利用害虫人工引发雄性不育技术及利用遗传工程改变农作物抗虫能力也有新发展。

（王炳章）

抽样（sampling） 从总体中随机抽取部分个体。试验研究的目的是要了解事物总体的某些特性，但总体包含的个体往往很多，甚至是无穷的，不可能对其一一考察。这就需要抽样。例如，要知道一个**小麦新品种**的株高，不是测量该品种的全部植株，而只抽取若干植株进行测量。当性状或特性的测定带有破坏性时，抽样更是必不可少。所以抽样是试验研究的基本方法。

抽样必须符合随机的原则。随机是指总体中的每一个体有同等而且独立地被抽取的机会。这样随机抽取的个性所组成的样本，称为随机样本，简称样本。样本中所含个体的数目叫做样本容量，记为n。农业和生物学试验中，习惯上将样本容量（n）大于30的，称为大样本，小于30的，称为小样本。只有随机样本的统计数才是总体参数的无偏估计。

从总体中抽样可分为复置抽样和不复置抽样两种。复置抽样是每次随机抽取一个个体后，该个体必须放回原总体，参加下一次抽样。不复置抽样是每次随机抽取一个个体后，该个体不再放回原总体。从无限总体抽样，可不考虑复置与不复置问题，所得样本都属随机样本。但从有限总体抽样，若是复置，则如同无限总体抽样，样本属随机样本；若是不复置，则所得样本不再是随机样本。在实际抽样时，若样本容量不超过有限总体容量的5%，可以近似地看作从无限总体抽样，不论复置与否，样本都属随机样本。

农业试验或调查中常用的抽样方法有简单随机抽样、分层抽样、两级抽样、整群抽样、顺序抽样等。

简单随机抽样　抽样单位直接从总体中随机抽取，总体中每个抽样单位都有同等机会（等概率）被抽取。方法是先将总体中每个抽样单位编号，然后按所需的样本容量，利用随机数字表或计算机输出的随机数字进行抽样。简单随机抽样所获得的样本平均数和方差，是总体平均数和方差的**无偏估计量**。

分层抽样　当对所考察的总体有一个大体的了解时，可先将总体分成若干个部分，称为区层，使同一区层内抽样单位间的差异尽可能小些，然后分别对每个区层进行简单随机抽样。如样本容量相同，分层抽样的精确度一般优于简单随机抽样，其精确度的改善程度依赖于各区层内抽样单位间的均匀程度。

两级抽样　抽取抽样单位分二级进行。从总体中随机抽出抽样单位，称初级单位。从每一个初级单位中再随机抽出抽样单位，称次级单位。如果再从每一个次级单位随机抽取抽样单位，则称为三级抽样或多级抽样。对于相同的样本容量，二级或多级抽样的精确度一般不如简单随机抽样，所以只有在二级或多级抽样明显地比简单随机抽样方便时，才考虑应用。

整群抽样　抽样单位不是从总体中直接抽取，而是先从总体中随机抽取若干单位整群，然后在每一单位整群内考察全部抽样单位。例如，一块水稻田总体有4 000丛，随机抽取40丛作为样本，抽样分数为1%，这是随机抽样。若先从总体中随机抽取10个单位整群，每个单位整群包括有相邻的2×2丛稻（即一个单位整群有4丛稻），共取40丛，抽样分数也为1%，就属整群抽样。整群抽样实质上是二级抽样的特例。二级抽样时，若对初级单位的全部次级单位进行调查，即为整群抽样。

顺序抽样　根据总体容量N和所需抽取的样本容量n计算出抽取间隔l（l＝N/n须为正整数，以四舍五入求得），再在y_1，y_2……，y_l中随机抽取一个抽样单位，尔后每隔l个再抽取一个，这种抽样方法又称为系统抽样。当总体容量很大或样本容量很大时，采用简单随机抽样往往非常麻烦，顺序抽样则较为方便。

（张全德）

除虫菊（pyrethrum）　菊科菊属中的一个种，学名*Chrysanthemun cinerariifolium* Bocc.，多年生草本植物，重要的杀虫剂原料作物，也作观赏花卉。

除虫菊花粉末作蚊香、农用杀虫剂原料。贮藏粉末会迅速丧失杀虫能力，农用杀虫剂多用溶剂提取有效成分。有效杀虫成分约占粉末的0.8～1.3%，主要为除虫菊酯Ⅰ（Pyrethin Ⅰ）、除虫菊酯Ⅱ（pyrethin Ⅱ）、瓜菊酯Ⅰ（Cinerin Ⅰ）和瓜菊酯Ⅱ（Cinerin Ⅱ）。这些有效成分从昆虫气门或皮肤侵入虫体，麻痹神经杀死昆虫。因最先被麻痹的是运动神经，所以使昆虫很快跌落，效果迅速。除虫菊制剂对作物无药害，对哺乳动物无毒，使用方便，效果快。作为农药可制成粉剂、乳剂，适用于许多农业害虫，在防除蚊蝇及杀灭家畜害虫方面也十分安全可靠。

原产欧洲。18世纪波斯人首先发现红花除虫菊的杀虫能力。以后证实在巴尔干半岛发现白花除虫菊有更强的杀虫能力。1840年起作为主要植物性杀虫剂进入国际贸易市场，盛行栽培的一个多世纪，但随着新型合成的杀虫剂的不断出现，特别是1975年合成的除虫菊酯杀虫剂开始使用于农业，除虫菊在农药中的比重日见降低。栽培也日益衰落。

株高达30～60厘米，全株被有白色绒毛。根出叶丛生，有长叶柄，2～3回羽状深裂，裂片纤细呈线状。6月间抽生长花茎，下部着生少数叶片，顶生头状花序，四周有白色或红色舌状花一层，15～20朵，花冠长约1厘米，先端3裂，雌性；中央有多数黄色管状花，先端5裂，为两性花；瘦果狭倒圆锥形，有4～5纵棱，冠毛短（见图）。

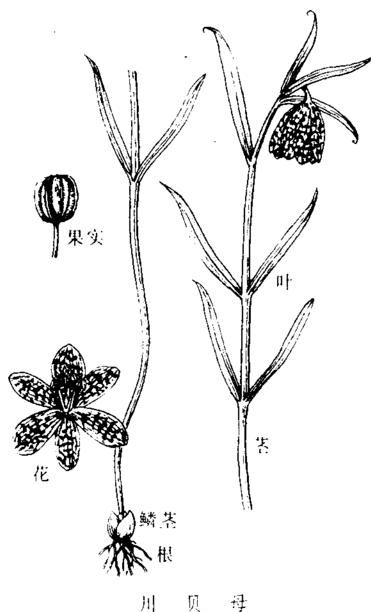

除　虫　菊

适宜于气候温和，降雨量少，日照充分的地方，以排水良好的微倾斜地最好。播种或分株繁殖均可，生产上主要采用播种繁殖。秋季播种于苗床，次年春移植苗于条播小麦的行间，第三年5月至6月开花。花在九分开时含有效成分最高。在晴天将植株由根际拔起，用特制工具梳落头状花序，置席上晒干后贮藏。

（张宇和）

川贝母（tendrilleaf fritillary） 百合科贝母属川贝母种，学名 *Fritillaria cirrhosa* D. Don，多年生草本植物。鳞茎供药用。中国四川、甘肃、云南等省有分布，并有小面积栽培。印度和尼泊尔也有分布。同属植物有暗紫贝母 *F. unibracteata* Hsiao et K. C. Hsia 和甘肃贝母 *F. przewalskii* Maxim.，通称川贝或川贝母。有小面积栽培。梭砂贝母 *F.delavayi* Franch.也作川贝用。

川贝母株高15～50厘米。鳞茎卵圆形。叶对生，少数在中部兼有互生或轮生。花单生于茎端，紫红色。蒴果长圆形，具6棱。种子多数、细小。花期6月至7月。果熟期7月至8月（见图）。



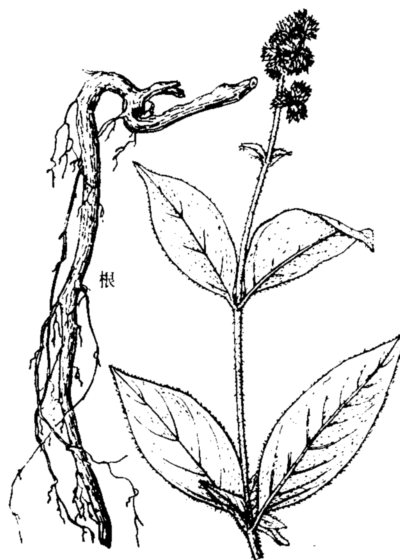
川 贝 母

多分布于海拔2 800～4 700米高山地区，耐寒，忌高温，苗期需荫蔽，以后需阳光，生长期3～4个月。在海拔2 500米以上地带挖取野生鳞茎进行人工栽培，收到种子后再播种；也可直接从原产地的野生群丛中采收种子，进行繁殖。果实呈淡黄色时采收，采收期持续半个月。连茎割取，捆成小束，挂阴凉通风处，忌烟熏，防止霉变。种子有胚后熟阶段，需经过一定时期的适宜低温，完成胚后熟，播后才能发芽。因此，播前需进行种子后熟处理。方法为窖藏，窖深宽各60厘米，种子脱粒后，入水浸泡24小时左右，再加4倍的砂子拌匀，撒入窖中，上盖苔藓类植物或席子，并挖排水沟。每隔20天左右翻动种子一次，至冻结为止不再翻动。翌年解冻后，及时播种。也有趁果皮未干脱粒并播种的。播后盖土约1厘米。播种量以每平方厘米3～4粒种子为限。为保持畦面湿润，播后宜盖树叶等覆盖物。翌年春出苗，幼苗期需适当荫蔽，采用搭棚或套种适当作物。每年春天出苗前、秋天枯苗后追施腐熟厩肥，冬季畦面加厚覆盖物，防冻防旱。一般于7月左右茎叶枯萎时采挖鳞茎，洗净、晒干或用木炭烘干，最后用硫磺熏白收藏。

由于商品川贝的种类杂，不同产地商品化学成分不尽相同。含有贝母素丙（Fritimine）、岷贝素甲（Minpeimine）、岷贝素乙（Minpeiminine）、青贝素（Chinpeimine）等生物碱。味甘，苦，性微寒。有润肺、止咳、化痰和散结作用。用于阴虚燥咳，咯痰带血和瘰疬。 （李志亮）

川牛膝（medicinal cyathula） 苋科杯苋属川牛膝种，学名 *Cyathula officinalis* Kuan (Roth) Moq.，多年生草本植物。别名白牛膝、甜牛膝、拐牛膝、天全牛膝。根供药用。分布于四川、贵州、云南和西藏等省（自治区）。多为栽培。

株高40～100厘米。根圆柱形，扭曲，鲜时表面近白色，干后灰褐色或棕黄色。茎直立，下部近圆柱形，中部近四棱形，节部略膨大，分枝，疏生糙毛。叶对生，椭圆形或长椭圆形，少数倒卵形，全缘。花小，绿白色，花丛为3～6次二歧聚伞花序，密集成花球团，于枝顶端成穗状排列，在花球团内两性花居中央，不育花在两侧。胞果椭圆形或倒卵形，略扁，淡黄色。种子椭圆形，带红色，光亮。花期6月至8月，果期8月至10月（见图）。



川 牛 膝

喜温凉湿润气候。怕高温和干旱。野生于高山坡土层深厚、土质肥沃、排水良好的地方。四川地区多栽培于海拔1 200～2 400米左右的山区，年平均降水量达1 500毫米以上，在1 500米左右的山区，生长良好，能正常结实，种子发芽率最高。海拔2 000米以上的地区，因气温低，种子多数不充实。在海拔1 000米以下的地区，因夏季炎热，生长缓慢，植株矮小，根短细，产量低。北方冬季寒冷，不能露地越冬。宜于土层深厚、富含腐殖质、排水良好的砂质壤土或壤土栽培，粘重土与砂砾土均不宜栽培。忌连作。

种子繁殖。种子寿命短，隔年种子的发芽率明显降低。10月至11月间选取3～4年生植株所结的健壮而

充分成熟的种子，晾干贮存，于4月下旬播种。条播或穴播。条播按行距30～40厘米开浅沟，深4～6厘米。将种子与灰土充分混合后，均匀播于沟内。穴播按行距30～40厘米，株距25～27厘米开浅穴，每穴播种子8～10粒，每公顷播种量为7.5～12千克。播后半月左右出苗，苗高6～7厘米时进行第一次间苗，高达10～15厘米时进行第二次间苗。间苗后条播的株距为10～12厘米，穴播的每穴留苗2～3株。生长期间进行中耕、除草及追肥2～3次。冬季培土时将幼芽埋入土中，使芽头能安全越冬。其病虫害有根腐病 *Fusarium* sp.、白锈病 *Albugo* sp.；红蜘蛛 *Tetranychus telarius* 等。播种后培育3～4年，秋季地上部分变黄枯萎时采挖，除净泥土。去芦头、须根及侧根，按根的粗细分级，扎成小捆，晒干或微火烘炕，半干后堆放数日，再晒或烘至全干。每公顷产干货6～9吨。

根含有生物碱，还含有异杯苋甾酮(Isocyasterone)、5-表杯苋甾酮(5-Epicyasterone)、羟基杯苋甾酮(Sengosterone)、苋菜甾酮(Amarasterone A. B.)、头花杯苋甾酮(Capitasterone)、后甾酮(Poststerone)、羟基促脱皮甾酮(Ecdysterone, Crustecdysone)及前杯苋甾酮(Precyasterone)；另含甜菜碱(Betaine)。药理实验：流浸膏对未孕猫的子宫有弛缓作用。但对已孕子宫则有强力的收缩作用。味甘、微苦、性平，有祛风、利湿、活血通经的功用。主治风湿腰膝疼痛、血淋、尿血、妇女经闭等症。

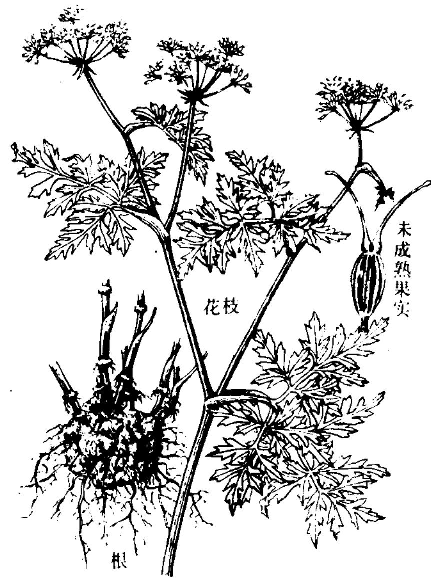
（孙鹤年）

川乌　见乌头。

川芎 (chuanxiong ligusticum)

伞形科藁本属中的一个种，学名*Ligusticum chuanxiong* Hort.，多年生草本植物。古名芎䓖。李时珍谓："人头穹窿穷高，天之象也。此药上行，专治头脑诸疾，故有芎䓖之名"。"出蜀中者，为川芎"。根茎入药，为中国特产。四川栽培川芎，至少在明代以前，主产灌县和崇庆县，畅销国内外。江西、湖北、陕西、甘肃、贵州、云南、河北等省都引种成功。印度、尼泊尔也有栽培。

株高60厘米左右。全株有香气。根茎为不规则结节状拳形团块，下端有多数须根。茎直立，茎节膨大成盘状(俗称苓子)。叶为三回羽状复叶，通常少见开花(见图)。



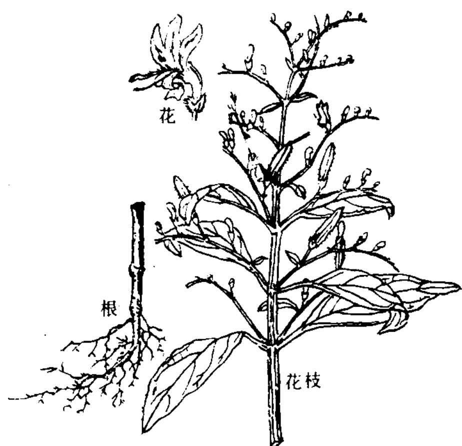
川　芎

喜温和气候，宜植于富含腐殖质的砂质壤土，忌涝洼地或连作。用地上茎的茎节(苓子)繁殖。分育苓和栽培。产区培育苓种多在山区，叫山川芎。药材栽培则在平地，叫坝川芎。育苓：选1 000米以上的山区壤土地，耕耙后施基肥，作1.5～2米宽的高畦。2月上旬挖出坝川芎(亦称抚芎)，除去泥土、须根或茎叶，按大小分级。行株距25～30×15～20厘米，穴深6厘米左右，每穴放坝川芎1枚。每公顷栽2 250～3 750千克，栽时将芽向上，按实，覆土3厘米。苗高10厘米左右时间苗，每穴留壮苗8～10株，中耕除草2～3次，追肥1～2次。7月下旬当茎节膨大略带紫色时为采收适期，将全株挖起割去根茎即为山川芎。去除叶片，按茎径大小分别捆成小束，放室内或阴凉处，上下各铺干草一层，如温度上升需行翻堆，降低温度，防止腐烂。8月上旬取茎中部按节切成3厘米小段，提供坝地作种用。冷凉地区可就地育苓，7月中旬，直接用收获川芎时的地上茎作种，有的就地选阴凉湿润地方育苓，方法与山区育苓相同。就地育苓的苓种，如不到栽种时期，可捆束窖藏，或藏于1～2℃的冷库中。大田栽培：早稻收获后作1.7米宽高畦，8月上中旬栽种，行株距25～30×20厘米，深1.5厘米。栽时将苓子平放按入土中，用堆肥掩盖，再用稻草稀覆畦面。齐苗时揭去稻草，及时中耕、除草、追肥。入冬时培土保护越冬，次年返青时追肥一次。主要病害有根腐病 *Fusarium* sp.、白粉病 *Erysiphe heraclei*、菌核病 *Sclerotinia sclerotiorum*；虫害有川芎茎节蛾、种蝇、地老虎、蛴螬等。5月下旬至6月初收获，挖出根茎，摘除茎叶，稍干后加工干燥。每公顷可产干货1.5～3吨。根茎含川芎嗪、异亮氨酰缬氨酸内酰胺，另含川芎酚、阿魏酸、大黄酸、瑟丹酸、挥发油等。药理实验：有降压、镇静、抑菌、抗放射等作用。味辛，性温。有活血行气、祛风止痛功用。用于头痛、胸痛、月经不调、经闭腹痛、风湿痹痛。临床还用于冠心病、心绞痛，常与丹参、赤芍、红花等同用。川芎嗪静脉滴注，治疗急性闭塞性脑血管病，疗效较好。

（谭炳杰）

穿心莲（common andrographis） 爵床科穿心莲属中的一个种，学名*Andrographis paniculata*（Burm. f.）Nees。多年生草本植物。别名榄核莲、一见喜、圆锥须药草、印度草、斩蛇剑、苦胆草和蛇草。全草入药，原产亚洲热带地区，分布于印度、斯里兰卡、巴基斯坦、缅甸、泰国、越南和印度尼西亚等国，非洲及南美洲也产。中国最早在广东和福建省引种栽培，长江流域、华北及西北地区均已引种成功。

株高50～100厘米。茎直立，四棱形，多分枝，节呈膝状膨大。单叶对生，披针形或尖卵形，全缘或浅波状。圆锥花序顶生或腋生，花小，2唇形，淡紫色。蒴果线状长椭圆形，成熟时紫褐色，种子细小多数。花期7月至10月，果期8月至11月。



穿　心　莲

喜温暖，种子发芽及植株生长适温为25～30℃，遇0℃低温或霜冻，植株枯萎。喜湿怕旱，但土壤过湿，排水不良易罹病害。喜光、喜肥，在生长季节勤施氮肥，配合灌溉，可达高产。

用种子育苗移栽，也可直播和扦插繁殖。广东和福建省在2月下旬至3月或7月播种，畦面覆盖稻草；江苏和浙江省3月至4月在温床或冷床播种；华北和西北地区于4月在温室或阳畦育苗。出苗前保持苗床湿润，出苗后适当控制土壤湿度，以防猝倒病发生。苗床温度以25～30℃为宜，超过30℃时可加强通风，以降低床温。移栽前控制水分，加强幼苗锻炼，使根系发育良好。选温暖湿润、向阳背风的环境和砂质壤土栽培，以阴天或傍晚移栽为好；行株距25～30×20～25厘米，移栽后及时浇水。生长期应注意松土除草、追肥、浇水。病虫害有立枯病 *Rhizoctonia solani*、猝倒病 *Pythium* sp.、黑茎病 *Fusarium solani*、疫病 *Phytophthora* sp.、蝼蛄、大灰象甲 *Sympiezomias velatus* 和棉铃虫。广东和福建两省于定植后100～120天采收。现蕾时采收体内有效成分的含量较高。如一年收两次，则8月现蕾时收第一次，11月收第二次。华北于9月中下旬现蕾时收割。每公顷产干草3～6吨。广东和福建两省生长季节长，田间留种可收到种子。在种子将成熟时收割，晒时用薄膜覆盖以免种子弹跳损失。北方留种，须提早于温室、温床培育壮苗，在苗期进行短日照处理，以提早开花，才能收到成熟种子。留种田行株距50～65×30～50厘米。增施磷钾肥。8月下旬打尖去顶，9月中旬后加盖塑料薄膜。种子可收至11月中旬。

全草含二萜内酯化合物，从叶中可分离得穿心莲内酯（Andrographolide）、新穿心莲内酯（穿心莲新甙）（Neoandrographolide）和脱氧穿心莲内酯（Deoxyandrographolide）等。药理实验：有抑菌、抗病毒作用。味苦，性寒。有清热、消炎、解毒功能。用于风热感冒、扁桃体炎、咽喉炎、支气管炎、肺炎、肠炎、痢疾、尿路感染、痈疖疮疡；外用治外伤感染、化脓性中耳炎等症。（陈　瑛）

串叶松香草（silphium） 菊科松香草属的一个种，学名 *Silphium perfoliatum* L.，多年生草本，优良的青贮饲料作物。原产于北美的高草草原，18世纪引入欧洲，1957年以后，苏联用作青贮饲料。中国于1979年从朝鲜民主主义人民共和国引入，在北京、山西、吉林、湖北、陕西等地栽培。

根系由根茎和营养根组成。根茎肥大，粗壮，水平状多节。茎由头一年根茎上形成的芽发育而成，直立，四棱，呈正方形或菱形。株高200～300厘米，上部分枝。播种当年只生长基生叶，叶柄短，叶片宽大，第二年才抽茎开花，茎生叶无柄，对生，呈十字形排列，叶片基部各占一棱，在另外两棱处连接在一起，呈喇叭形，茎从中间穿过。叶长椭圆形，叶面皱缩，稍粗糙，叶缘有缺刻，成锯齿状。头状花序，花盘直径2～2.5厘米，每株有头状花序200个以上。种子为瘦果，心脏形，扁平，褐色，边缘有翅。每个花序有种子8～19粒，千粒重20克左右。

喜温暖湿润而又耐寒和耐热，在吉林都可安全越冬。夏季生长迅速，在南京可以越夏。喜肥沃、土层较厚、排水良好的砂壤土，不耐瘠薄，喜肥水，播前应深翻整地，施足底肥，在北京可春播或秋播，条播行距60厘米，播深2～3厘米，播种量每公顷5～6千克。如出苗过密，可适当间苗，保持株距30～40厘米。苗期生长缓慢，注意中耕除草，播种当年宜少割或不割，促使根茎发育良好，次年茎叶高产。播后第二年4月初返青，6月下旬于现蕾初花期，即可刈割第一茬，8月中旬和10月下旬还可刈割2次，每公顷产鲜草90～110吨。

鲜草含干物质12.8%，干物质中含粗蛋白质23.4%，粗脂肪2.7%，粗纤维10.9%，无氮浸出物

15.7%，灰分17.3%。其适口性随着家畜逐步采食而增强，饲喂几天后即可适应。最适宜青贮，亦可晒制干草制成草粉或颗粒饲料。

（苏加楷）

春大豆（spring soybean） 在春季**播种**的**大豆**。属短光照性较弱的早熟或中早熟类型。中国各地均有栽培。北方春大豆是在冬闲地之后早春播种的品种类型，分布地区包括黑龙江、吉林、辽宁、北京、内蒙古、宁夏、新疆以及河北、山西、陕西和甘肃北部。一年一熟栽培，一般4月下旬至5月中旬播种，多在9月间成熟。黄淮春大豆主要分布在黄河和淮河流域，以江苏北部种植较多。在4月底至5月初播种，8月底至9月初成熟，多与玉米间作。南方春大豆广泛分布在长江流域及其以南地区，以长江中下游的湖北、安徽、江苏以及浙江、江西、湖南中北部等种植较多，3月下旬至4月初播种，7月上中旬成熟，多行三熟轮作栽培，进行麦、春大豆、晚稻或其它秋作物轮作。在广东、广西和福建南部也有春大豆栽培，2、3月播种，6月底7月初成熟，多为一年三熟轮作。

（王国勋）

春谷（spring millet） 又称大谷子或稙谷，是中国北方一年一熟或二年三熟地区春播的**粟**。实际**播种期**多在4月下旬到5月中下旬。播种面积占全国粟田面积的85%左右。主要分布在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、宁夏、甘肃等省(自治区)以及陕北、冀北地区。此外，北京、天津、山东、河南等省市的丘陵山区春谷也较多。种植春谷比重较大的地区，是从黑龙江西部到山西的东南部这一狭长的丘陵山区和邻近的平原地带。产量较高的地区主要分布在晋东南、北京、唐山和承德地区。一般产量为每公顷3 000～3 750千克，最高可达6 000～7 000千克。

春谷生育期较长，一般100～140天，品种以中晚熟种为主。东北平原区、内蒙古高原区和西北黄土高原区，生育期为115～125天，较夏谷为主的华北平原区的多16～26天。春谷由于出苗到拔节处于低温、干旱季节，生长速度较慢，分蘖比夏谷多，营养生长时期长，物质积累多，茎叶繁茂，植株粗壮高大。内蒙古高原区由于地势高寒，无霜期短，降水较少，植株生长受限制，因而植株略矮一些。春谷的幼穗分化时期温度相对较低，幼穗分化多为"分离型"，不仅开始迟，而且分化进程慢，分化时间长，所以穗大粒大就成为春谷不同于夏谷的另一显著特点。特别是内蒙古高原区和西北黄土高原区，春谷多系单秆大穗大粒类型，籽粒千粒重多在3.1克以上。同时，由于春谷灌浆期长，速度慢，籽粒品质优良，适口性比夏谷好。

（古世禄）

春花生（spring peanut） 在"立春"至"立夏"**播种**的**花生**。中国南方春秋两熟花生区适宜播种期为2月至3月中旬，秋植花生收获的种子生活力较强，可适当早播；中国长江流域春夏花生交作区的适宜播种期为3月下旬至4月下旬；北方大花生区以及其他花生产区适宜播种期多为4月下旬至5月上旬。花生发芽的温度因类型不同而有差异，其中珍珠豆型、多粒型在12℃以上就能发芽，可适当早播；而普通型和龙生型在15℃以上才能发芽，播种期稍迟。

春花生适期播种，可提高土地、光能利用率，使植株生长矮壮，节间密、分枝多、根系生长好，干物积累多，开花、结果多，饱果率高，易于达到高产优质的要求。过早播种，因温度低，种子不能正常发芽，出苗慢，增加土壤病虫侵害的机会，出苗率低，幼苗生长不良，并影响花芽的分化发育；但过迟播种，南方产区处在高温多雨环境下，花生容易徒长倒伏，结荚少；中部和北方的花生，特别是普通型花生，在结荚成熟期间，往往碰上秋旱和低温，影响荚果发育和养分积累，导致饱果率、出仁率和含油率低而降低产量和质量。套种或夏播花生，前作物要采用早熟品种、早播种，避免花生过迟播种造成减产。

春花生栽培的类型品种较多，一般北方寒冷和高寒无霜期短的地区种植多粒型品种为主；北方花生区多种植普通型品种，其次为珍珠豆型品种；长江流域花生区，种植珍珠豆型品种为主，普通型、龙生型品种也有分布；南方花生区生育季节长，各种类型均可生产，稻田轮种面积较大，以种植珍珠豆型品种为主。80年代以来，栽培面积最大的是几个类型间的杂交种如徐州68-4、花28等；普通型品种主要有临花1号、花17、开农8号、蓬莱一窝猴、系选7号、多粒型品种主要有抚宁多粒、金县四粒红、旅花一号等；龙生型品种主要有罗江鸡窝、南充混选一号等。珍珠豆型品种有伏花生、粤油551、白沙1016、汕油27、合油4号以及红梅早等品种的生育期均在120天左右，亦可用作夏花生栽培。

（陈朝庆）

春砂仁（villous amomum） 姜科豆蔻属春砂仁种，学名 *Amomum villosum* Lour.，多年生常绿草本植物。别名阳春砂仁。果实、叶油和花均入药。主要分布或栽培于中国广东、广西、云南和福建省(自治区)，主产广东省阳春、信宜、高州等县；泰国、印度尼西亚等东南亚国家亦产。其变种绿壳砂仁 *A. villosum* Lour. var. *xanthioides*（Wall. ex Baker）T.Wu et Senjen Chen及同属的海南砂仁*A. longiligulare* T. L. Wu也作药用。

春砂仁株高1.5～2.5米。具直立茎和匍匐茎。叶互生，排二列，叶片披针形。穗状花序从匍匐茎节上抽出，花白色，花萼3枚，花瓣3枚，唇瓣倒卵状匙

形，中间淡黄色，具红色带，覆盖于雌雄蕊上。雄蕊3枚，其中2枚退化。雌蕊1枚，位于雄蕊药室隔沟中，花柱细长，柱头呈杯状，位于雄蕊上。子房下位，3室，胚珠多数。蒴果椭圆形或球形，熟时红褐色，具柔刺。种子为不规则多面体，熟时黑褐色，有光泽。花期4月至6月，果期6月至8月。



春 砂 仁

喜高温、湿润气候，遇短期1～3℃低温或霜冻，地上部易受冻害死亡。花期适温为24～28℃，空气相对湿度为76～96%，17℃以下花苞停止开放或开放不散粉。属热带亚热带半阴性植物。苗期要求70～80%的荫蔽度，成龄期为50～60%，如荫蔽度偏大植株稀疏，瘦弱，花量少，产量低；偏小或无荫蔽，植株矮小，叶片枯黄，寿命短。冬季易遭霜冻或干旱死亡。故宜选择有常绿阔叶林，空气湿度大，土壤富含腐殖质且疏松湿润的山谷、山坡地栽培。

生产中多采用分株繁殖，为扩大栽培面积，改良种性，也可用种子育苗。生长期间及时施肥培土，刈除枯、老、病、弱株，以促进植株的生长和发育。保持适当密度，每平方米35～45株，种植2～3年后开花结果。由于花器官构造特异，授粉困难，在缺少传粉昆虫情况下，一般产量较低，要及时进行人工辅助授粉。授粉时间每天8～16时，晴天有利授粉结实。授粉后在花序上喷施5～15ppm的2,4-D，可提高坐果率。此外，在种植地的周围多种蜜源植物，以供彩带蜂等传粉昆虫休养生息，增加传粉媒介。主要病虫害有茎枯病、叶斑病、根腐病、茎腐病、果腐病、幼笋钻心虫等。8月至9月采收果实，一般用火焙法加工的产品味浓，质量佳；用日晒法，产品味淡。

种子含挥发油约1.7～3%，油中主要成分为右旋樟脑、龙脑（d-Borneol）、乙酸龙脑酯（Bornyl acetate）、芳香醇（Linalool）、橙花椒醇（Nerolidol）等，另含皂甙约0.69%。味辛，性温。气芳香浓烈。有温脾、健胃、行气调中和安胎的功效。治疗胃脘痞胀，食欲不振，恶心呕吐，虚寒泻痢，胎动不安等症。果壳药效较温和。花及花序梗能宽胸理气、化痰和治喘咳。叶油与种子油化学成分基本一致，可代替果实用。果实还用于蜜饯或制造砂仁酒。 （陈伟平）

春薯 (spring crops of sweet potato) 是利用冬闲地或冬绿肥地在晚霜后栽插，早霜前收获的**甘薯**。主要分布在中国南、北方高海拔的部分丘陵山地和春寒期长的平原地区。5月上中旬栽插，9月下旬至10月上中旬收获。生育期120～160天。栽插后常遇春季低温干旱，夏季雨水较多，秋季凉爽，昼夜温差大。因此，应选用耐寒早熟丰产品种，需加温育苗适时早栽、施足基肥，促进早日达到蔓薯平衡点（甘薯大田蔓叶与块根生长重量达到1:1时的数值）。以春薯留种为主的春薯区，应重视防病工作。春薯的块根淀粉含量高、品质好。 （邵炳旭 徐国光）

春小麦 见小麦。

春烟 (spring tobacco) 春季移栽的**烟草**，也称早烟。世界各烤烟生产国以春烟居多。中国春烟占全国植烟总面积的90%以上；一般在2月至3月**播种**，因早春气温低，需保温育苗。苗龄60天左右，4月至5月移栽。福建、广东和广西一般在11月播种，翌年1月至2月移栽。大田生育期100～120天。春烟生长季节较长，大田中后期气温较高，有利于形成优质烟叶，而且产量高。一般种在冬闲地上，南方烟区也有种在小春作物（**油菜**、**大麦**、**绿肥**）茬地上。轮作方式有一年一熟、二年三熟、二年四熟和三年五熟等。二年三熟的轮作制，轮作周期有冬闲阶段，可以深耕晒垡，恢复地力，烟草茬口较好，产量较稳定，对后作生长也有利。如贵州省第一年为春烟—油菜或**冬小麦**，第二年为甘薯后冬闲；北方一些烟区第一年为春烟—冬小麦，第二年为**玉米**或**大豆**，后冬闲。三年五熟轮作的复种指数较高，有冬闲阶段，养地用地相结合，对提高土壤肥力、增加产量有利；轮作年限较长，病害较轻，烤烟的产量和品质比较稳定。例如山东、安徽、河南等省第一年种春烟—冬小麦，第二年为玉米或大豆—冬小麦，第三年为甘薯后冬闲。南方部分烟区，采用烟稻轮作，称为田烟。此种方式能改善土壤结构和通气状况，土壤的氧化与还原、有机质的积累与分解可得到适当的调节，对减轻烟草病害、提高烟叶品质、增

加水稻产量都较有利。（刘树杰）

春油菜（spring rape） 春季播种、秋季收获的一年生油菜。但在春寒地区，需要迟至5月才能播种，早熟品种可在7月收获。主要分布于油菜不能安全越冬的高寒地区，或前作物收获过迟冬前来不及种植油菜的地方。中国北部、西部和东北部，以及欧洲北部等高纬度或高海拔低温地带，均以种植春油菜为主。加拿大几乎全为春油菜，由于一般是在5月播种，亦称夏油菜。

春油菜的生长发育迅速，一般在2～4片真叶时开始花芽分化，6～8片真叶时即现蕾，全生育期80～120天，最短的仅有60～70天。植株矮小，主茎叶数少，一般株高80～120厘米，一次有效分枝3～5个，单株着果50～150个，因而单株生产力低。中国青海、新疆、甘肃、西藏等省（自治区）无霜期只有60天的高海拔、高寒山区生长的白菜型小油菜，在高密度下，株型更矮小，分枝只有1～2个，单株着果10～20个。但在生育期内日照较长，昼夜温差大，有利于物质的形成和积累，千粒重和含油量均较高，且能进行高度密植，单位面积上的总株数多，故在中国西北地区的春油菜仍可获得较高产量。

春油菜的栽培品种，一般属于春性类型。中国在海拔较高、无霜期短、温度较低的地方，种植早熟的白菜类型小油菜。在无霜期较长、温度较高的地方，则种植芥菜型春油菜和白菜型春油菜。20世纪60年代以来，在土质良好、水源充足的平坝地区（或川水地区），则逐步发展了甘蓝型春油菜。加拿大和欧洲各国的春油菜主要为白菜型。其次为甘蓝型。澳大利亚的春油菜以甘蓝型为主。

选用耐寒品种，在春季气温稳定在3℃左右时播种，力争早出苗，早发棵，适当增大密度，依靠群体提高产量，施足基肥，早施苗肥，现蕾抽薹前即结束追肥。播种时注意保墒，幼苗期和成熟期防冻，着重防治跳蚲、蚜虫和潜叶蝇等虫害。（章民权）

春玉米（spring maize） 春季播种的玉米。因播种期早，中国北方农民又称之为早玉米。在中国种植地域较广，主要分布在东北、西北和华北北部地区，西南丘陵山区亦有分布。春玉米的播种期和收获期地域间相差很大。一般由南向北，从2月中旬开始至5月上旬均有播种春玉米的地区，一般以10厘米土层温度稳定在10℃以上时播种为宜。收获期亦由南向北，从7月下旬到9月中旬，先后相差达50多天。它的生育特点是苗期生长缓慢，基部节间较短，穗位低，植株健壮，抗倒伏能力较强，果穗大，单株产量较高。在盛夏高温、多雨季节，易感染大斑病、小斑病；在冷凉山区则易感染丝黑穗病和黑粉病。主要害虫有地老虎、玉米螟等。栽培方式有单作，或与豆类、薯类等间、套作。主要栽培措施是：①选用能在早霜前成熟的中晚熟高产、抗病品种；②增施有机肥料作基肥，北方旱地第一年要秋耕，翌春耙耱，以蓄水保墒；南方春雨多，宜采用畦作，便于排水；③适时播种，躲避玉米抽雄期的卡脖旱；④根据品种特性和水肥条件，进行合理密植；⑤重视田间管理，看苗追肥，轻追拔节肥，重施果穗肥。（潘才暹）

雌雄花期不调（unsychronized flowering） 玉米自交系雌穗抽丝期与同株雄穗散粉期不一致或制种的两个亲本雌雄花期不相遇，从而影响授粉结实的现象。

自交系本身雌雄花期不调的原因有两种，一是自交系固有的特性，即在正常环境下也表现花期不协调，难以得到大量的种子。这是自交系自身遗传特性所决定的。具有这种特性的自交系，尽管还有其它各种优良性状，由于自身难于繁殖，不宜使用。二是有些自交系对于干旱等不良环境条件反应敏感，在环境条件正常时，雌雄花期可能很协调；但遇到严重干旱，或出现连续高温天气，雄花就会提前散粉，花丝将延迟抽出，造成供粉失时。在选育自交系时应严格筛选。

在配制杂交种的田里，有时也能见到母本抽丝与父本散粉期不遇的现象，造成授粉不良，结实率下降，影响制种计划的完成。

为了避免制种田内父母本花期不遇，应当采用如下措施：①选用水肥条件良好的土地作制种田；②严格按照规定日期播种，或按苗龄指标播种，如果引种外地组合制种，事先应掌握亲本自交系在本地的生育规律，来确定播期。不可照搬外地经验；③从播种到开花期间，加强栽培管理，确保两亲本生长发育正常，防止干旱、淹涝和脱肥现象；④父本分两期或多期播种，或在边行上增设父本采粉区。

要想事先了解制种田父母本花期能否相遇，可以采用叶片检查法来预测父母本的花期。具体做法是，在隔离区内选择有代表性的地块，定点、定时检查父母本的叶片数目。在两亲本总叶片数相近的情况下，如果父本的出叶数比母本少1～2片，那么它们的花期可望得到较好的相遇。否则就要及时采取补救措施。例如，对生长较慢的一方偏施肥料，并适当灌水，以促进其发育，或用深中耕抑制发育过快的亲本。此外，在人力充裕的情况下，可以采用人工授粉方法，来提高母本的结实率，从而提高产种量。

（戴景瑞）

次数分布（frequency distribution） 由观察值在各种可能的数量区间出现的次数而组成的分布。在农业试验或调查过程中，所得的原始数据往往

庞杂无章，难以看出其主要意义和特征；若将数据出现的数量范围分成若干个互不交叉的等间距的区间组，然后统计出数据在每一组中的出现次数，做成次数分布表，就可以化繁为简，便于进一步计算分析。这是整理数据的一种基本方法。

编制次数分布表：①求极差。从全部原始数据中找出最大和最小观察值，二者相减，求得极差R。②确定组数和组距。组数＝极差/组距。确定适当的组数和组距可使分组后的资料简单明了，又能反映原始数据的真实面貌。一般n＝100左右的样本可分成8～16组。间断性随机变数则常以自然单位为组距，或合并几个自然单位作为组距。③确定组限和组中值。每一区间组各有其上下界限，称为组限，其较大的数值称上限，较小的数值称下限。上限加下限的平均值称组中值。组中值最好为整数或与观察值的小数位数相同。各组的组限不能交叉，使各观察值归组时不会混乱。④将原始数据按组限归组。用划号法将原始数据一一填入既定的组内。质量性状可按各种状态进行归类。等全部数据归组后，统计各组的次数，即构成次数分布表。

次数分布图　绘制次数分布图来表示资料的分布，能更形象地表明数据资料的分布情况，常用的次数分布图有三种：

方柱形图　适用于连续性随机变数的次数分布。其制法是以组限为横坐标，以各组的次数为纵坐标，见图1。

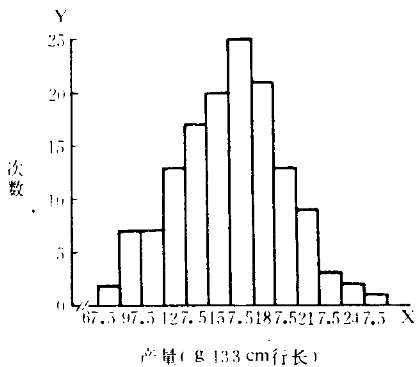


图1　140行水稻产量次数分布

多边形图　适用于连续性随机变数的次数分布。其制法是以组中值为横坐标，以各组的次数为纵坐标，见图2。

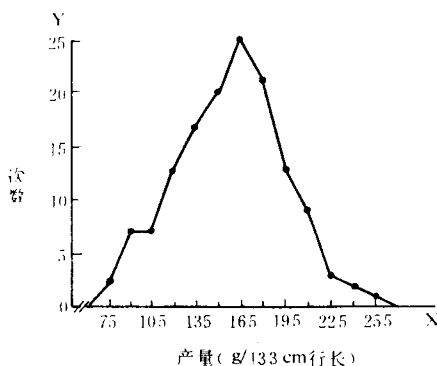


图2　140行水稻产量次数分布

条形图　适用于表示间断性随机变数和状态的次数分布。其制法是以各组的次数为纵坐标，横坐标上的每一等份表示各组的组中值，见图3。

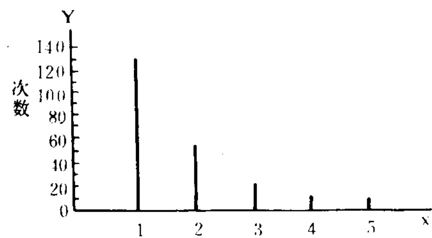
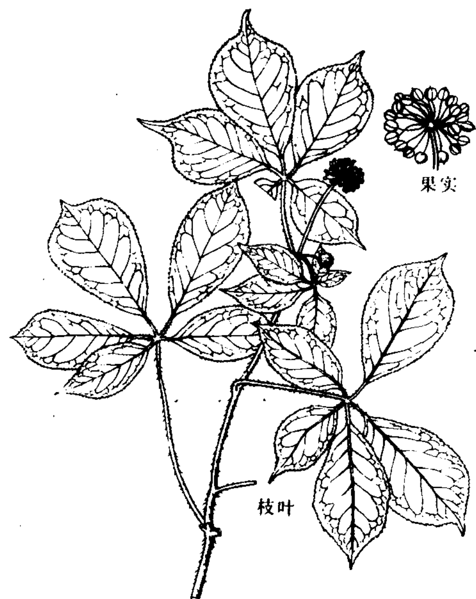


图3　大豆每荚籽粒数次数分布

（张全德）

刺五加（manyprickle acanthopanax）

五加科五加属中的一个种，学名*Acanthopanax senticosus*（Rupr. et Maxim.）Harms。落叶灌木。因植株各部密被针刺而得名。别名刺拐棒。根、茎、叶入药，以根为主。分布于中国东北和华北地区，苏联、朝鲜和



刺　五　加

日本也有分布。中国主产黑龙江省的小兴安岭，吉林、辽宁和河北省亦有栽培。

株高可达2米。根多分枝，根皮淡棕色至灰棕色，疏生短横皮孔，干后微香。茎密生细长倒刺。掌状复叶，互生，小叶片通常5枚，中央者大。伞形花序球状，小花梗细长；雌雄异株或杂性，花5数。核果球形，黑色。花期7月至8月。果期7月至10月。

性耐寒。要求光照适中。喜湿润、排水良好、土层深厚、微酸性砂质壤土。繁殖方法有两种：①有性繁殖：种胚须经后熟期，应于播前人工处理。秋季采下核果后，取出种子洗净，与湿沙拌匀，放于木箱内。温度保持在17℃左右，约30天后降至10℃，注意翻动，保持湿润。待30%的种子裂口，存放于0～3℃条件下，经40～60天即可播种。也可将种子沙藏于室外阴凉、排水良好的坑内，保持坑内湿润。待第2年秋或第3年春，将裂口种子消毒后进行播种。幼苗期以简易荫棚遮荫。②营养繁殖：扦插。于高温高湿季节进行。茎、梢、萌芽条均可作插条，插条长约10厘米，带3～5个芽及1枚掌状复叶，苗床土温宜于18～20℃，保持湿润；分株。植株有较强的萌蘖能力，选择健壮的分蘖苗，挖出栽植；压条。在生长期间，选择生长旺盛的枝条，在节间割一缺刻，弯压土中，以肥土覆盖，保持湿润，约经1～2个月，新根长好后，即可与母株割离再植。春、秋两季挖根，剥皮收茎，8月采叶，晒干即可入药

根、茎含香豆素，叶、花含黄酮。根的有效成分为刺五加甙A、B、B_1、C、D、E、F，刺五加甙E生物活性最强。叶含刺五加甙Ⅰ、K、L、M。根、根茎、果实及地上部分含挥发油。有与人参相近的药理作用，可增强机体对外界有害因素的抵抗力，即扶正固本作用。味辛，性温。有补气益精，祛风湿、强筋骨功能。主治神经衰弱、气虚无力、高血压、冠心病、心绞痛、高血脂、糖尿病、风湿症、慢性支气管炎和肿瘤切除后辅助治疗等。（赵洪全）

催熟（promoting maturation） 促进作物主要收获物提早成熟的技术。20世纪70年代开始在生产上应用。中国主要用于**棉花**，国外多数用于**甘蔗**和**烟草**。

中国棉花产区，推广应用催熟技术，使一部分可能在降霜后不久就开裂的**棉铃**提早成熟，成为霜前花，提高了**皮棉**的实用价值；多熟制地区，棉花后作**播种油菜**或**小麦**等，要求及早收完花，以便拔秆整地，亦可进行催熟；在甘蔗成熟时降雨多、不利于蔗糖积累的国家和地区，催熟可提高茎的含糖量。烟草催熟可以加快烟叶的“落黄”，并可提高品质。另外，在**烤烟**时使用催熟剂，也可加速烘烤过程。

中国用乙烯利来作棉花催熟剂，对70～80%的棉铃，有良好的催熟作用，应在距枯霜期或拔秆前15～20天、日最高气温在20℃以上时进行，过早、过晚皆不宜，每公顷用含有效成分40%的乙烯利1 500～2 250毫升，稀释加水量依所用器械而定，手工压缩式喷雾器，每公顷加水600～750千克；飞机喷雾只需稀释1～2倍，要求药液均匀沾着棉铃。乙烯利也是烟草的良好催熟剂，对因施氮肥过多或气温低，迟迟不褪色的烟草，使用浓度为0.1～0.2%。一般情况下，使用浓度为0.05～0.07%，每公顷用药液1 125～1 500千克。

世界许多地区试验表明，增甘膦［N、N-双（氧磷酸基甲基）甘氨酸］作为甘蔗催熟剂的效果最好，但因品种及环境条件不同而反应不同。中国试验结果，80%以上有增糖效果，国外商业产品通常含有效成分85%，一般每公顷用药量中含有效成分3.0～4.5千克，于收获前4～10周喷于叶面，可使含糖量增加1.0～1.5%。中国的结果表明，大多数可增糖0.6～1.0%。在南非，乙烯利的效果优于增甘膦。

（王敏华）

D

打顶抹叉 (topping and suckering of tabacco)　摘除生长点，以调节烟株生长状况的栽培措施。顶端花芽摘除后，烟株顶端优势消失，有利于营养供给叶片，但同时腋芽自上而下陆续萌发，长成烟叉，消耗大量养分，影响叶片生长，也应及时摘除。及时打顶抹叉是烟草优质丰产的重要措施之一。

打顶　即摘去顶芽。打顶后可增大顶叶面积，增加叶片干物质积累，促进根系发育。打顶过早或留叶过少，上部烟叶大而肥厚，**烟叶**质量下降；打顶过晚或留叶过多，顶叶瘦小，也降低品质。

打顶期与留叶数的确定，应根据烟株长相、土壤肥力、品种类型、气候条件等因素而定。气候温暖、生长期长、水肥充足，可适当晚打顶、多留叶；要求劲大味浓的晒晾烟，必须早打顶、少留叶；要求填充力高的烟可多留叶。

人工打顶分3种：①现蕾打顶。花蕾长至2厘米左右，将花蕾连同2～3片小叶摘去。现蕾打顶消耗养分较少，顶叶能充分开展，而且操作方便。②见花打顶　当花序伸出顶叶时，将花序连同嫩叶一并摘去。③扣心打顶。在现蕾前拨开顶端嫩叶，用竹签将黄豆大的生长点挑去，消耗养分最少，但费工较多。

机械打顶，国外使用气流式自动打顶机，从株顶向下吹风，顶芽露出后，旋转刀片割去，同时喷洒抑芽剂。

抹叉　即摘除腋芽。叉小易打，伤口易愈合，消耗养分少。叉长3厘米左右抹去为宜。5～7天抹一次，连续3～4次。为了节省劳动力，也有的使用药剂抑芽。如内吸剂顺丁烯二酸酰肼（MH）、触杀药剂脂肪醇（正葵醇、异葵醇、正辛醇）以及其他药剂等。

（洪其琨）

大豆 (soybean)　豆科大豆属 *soia* 亚属栽培种，学名*Glycine max*(L.) Merrill，一年生草本植物。亦称黄豆。种子含蛋白质40%左右，油分20%左右，营养丰富，广泛作为食用油、食品、饲料以及工业原料。大豆品种类型繁多，以种皮颜色可分为黄豆、黑豆、青豆等；以种植方式可分为**春大豆**、**夏大豆**、**秋大豆**、**冬大豆**、禾根豆、田埂豆等。

起源　大豆起源于中国。其祖先**野生大豆** *Glycine soja* Sied. et Zucc，在中国的分布很广。公元前239年的《吕氏春秋·审时篇》中载有"得时之菽：长茎而短足，其荚二七以为簇。"汉朝《史纪·五帝本纪篇》记载："轩辕乃修德振兵，治五气，蓺五种，抚万民，度四方，教熊罴貔貅貙虎，以与炎帝战于阪泉之野。三战，然后得其志。"郑玄注《周礼》曰："五种，黍、稷、菽、麦、稻也。"由此可见在公元前2 560年的黄帝时期已种菽（大豆）。

中国最早的一部诗歌总集《诗经》中多次提到菽。如《诗经·豳风·七月》中记载："七月烹葵及菽、……黍稷重穋，禾麻菽麦。"《诗经·小雅·小宛》中载有"中原有菽，庶民采之。"《诗经·小种·采菽》载有"采菽采菽，筐之筥之"等。从《诗经》来看，中国栽培大豆至少有3 000年左右的历史。

1959年中国山西省侯马县发掘出土的大豆种粒多颗，现存于北京自然博物馆植物陈列室中。用C_{14}测定，其豆粒为2 300年前战国时代的遗物。豆粒黄色，百粒重18～20克，是迄今为止世界上发现最早的大豆出土文物；1953年于河南省洛阳市烧沟汉墓中出土的2 000年前的陶制粮仓上，有用朱砂写的"大豆万石"字样；长沙出土的西汉初年马王堆墓葬中，发现有**水稻**、**大麦**、**粟**、**黍**、大豆、**赤豆**及大麻子的遗物；1975年在湖北省江陵县发掘到公元前167年的第168号汉墓中，发现有黑皮大豆的种粒。

植物遗传学家Н. И. **瓦维洛夫**在有关栽培植物的起源中心论述中指出："大豆产于中国，是中国起源中心的栽培植物。"永田忠男（1956、1959）指出，大豆起源于中国东部，大概在中国的北部和东部地区，原因之一是这些地区有野生大豆的分布。由于黄河流域一带，分布有野生大豆及半野生大豆，大豆的品种类型和变异较多，而且农业历史悠久，因而多数中外学者认为，中国的黄河中下游地区，应是大豆的起源中心。

演化　大豆经人类长期种植，将百粒重只有2～4克，蔓生攀缘的野生大豆向大粒、不倒伏的目标进行选择，逐渐演化成矮小植株，分枝少，主茎发达，籽粒增大的栽培种。典型的进化程度高的，其百粒重增加到20克以上。种粒椭圆至圆形，茎粗、直立，主茎发达而有一定的分枝，有限或亚有限结荚习性，种粒黄或绿色，油分较高，开花至成熟期较长，叶较大。在进化程度低的小粒蔓生型大豆，与典型的进化程度高的栽培大豆之间，还存在着一系列不同演化阶段的大豆类型（见图1）。大豆进化的程度愈高、种粒愈大，愈近乎椭圆至圆形，秆愈粗，直立不倒，主茎愈发达，愈倾向亚有限至有限结荚习性。

由于栽培大豆是在较优良的条件下，经定向选择演化而来。所以进化程度愈高，要求栽培条件愈好。进

化程度较高的类型，其种粒较大，主茎发达，秆强不倒的大豆类型能获高产，而在地力低薄、干旱、盐碱



图 1 大豆进化
1. 野生大豆；2. 半栽培大豆；3. 进化程度较低的大豆；4. 进化程度较高的栽培大豆；5. 高度进化的栽培大豆

条件下，却表现矮小、低产。进化程度低的类型，在地力低薄、干旱、盐碱的条件下，分枝性强，粒较小，生长较正常而有一定产量；而在水肥好的条件下却表现蔓生倒伏现象。

栽培大豆与野生大豆在遗传上主要是基因型的差别，它们之间亲缘很近，相互杂交很易成功，后代可孕率高；后代性状的遗传分离现象，类似于栽培品种间杂交种。用野生大豆与栽培大豆杂交，后代便能出现一系列不同进化程度的类型。经过长期的不同地区自然条件与栽培条件及利用要求的定向选择，在生产上存在着进化程度低至进化程度高的各种品种类型。

在育种实践中，为了育成进化程度更高的品种，须以进化程度高的亲本互相杂交。如为育成含油量高的新品种，应以含油量高的品种为两亲本；要育成大粒品种，两亲本须为大粒类型。以进化程度差别大的两亲本相互杂交，其后代不易选得比亲本进化程度更高的品种。大豆的演化是细小变异定向积累的方式，大豆育种工作，遵循大豆演化的方式与规律，才能有效果。

传播　从商周到秦汉时期，大豆在黄河流域一带是人民的重要粮食之一，到了汉武帝时，中原地区连年灾荒，大量农民移至东北，大豆随之引入东北。

长沙出土的汉墓文物中有大豆制品，说明2 000年前在中国的南方已有大豆种植。《宋史・食货志》记载，宋朝时江南一带曾遇饥荒，从淮北等地调运北方盛产的大豆种子，到江南各地种植。

战国时期在邻近朝鲜的燕、齐两地人民和朝鲜有进行农业技术的交流，把大豆传入了朝鲜。在西汉时期可能将大豆传入了日本。1959～1960年永田忠男认为，中国大豆大约于公元前200年的秦朝时代，自华北引至朝鲜，而后又自朝鲜引至日本。而日本南部地区的大豆，是在6世纪直接由商船自华东一带引去。德国植物学家E. 凯卜福尔(Kaempfer, 1712)详细论述了日本人用大豆制成的各种食品。1715年欧洲药理学家，已熟悉日本的大豆及其在医药方面的用途。1740年法国传教士曾将中国大豆引至巴黎试种。1790年，英国皇家植物园首次试种大豆。1873年以后，维也纳人F. 哈卜兰德(Haberlandt)自维也纳博览会上得到19个中国与日本的大豆品种，并进行试种，其中4个品种能结实。

美国种植大豆最早为1765年，系由东印度公司的海员S. 鲍文(Bowen)将中国大豆带到佐治亚州(Savannah)。美国驻法大使B. 富兰克林(Franklin)第二个把大豆引入美国，1770年他将大豆由法国送到费城。1804年J. 梅斯(Mease)在美国文献中提到"大豆"(soybean)这个词。随后在美国文献中论及大豆的次数逐年增多。1882年美国北卡罗莱那州农业试验场开始试种大豆，其他州也相继引种试种。19世纪末大豆主要作牧草栽培，产量一直很少。到1940年后，才有一半用于收获豆粒，另一半为青刈饲料。第二次世界大战后，美国大豆生产迅速发展，成为世界产量最多的国家。1882年大豆被引到巴西试种，20世纪70年代以来产量仅次于美国。现在大豆已在世界各地广为栽培。

形态特征

根　由主根、侧根和不定根组成。胚根发育成主根，根长可达1米左右；侧根较细，由主根上分生而成，初期呈横向生长40～50厘米，再垂直向下与主根平行生长。从主根上可长出一级、二级、三级侧根；由茎轴或基部茎上产生大量不定根，在各种根尖产生大量根毛。在主、侧根上结有根瘤（见图2）。

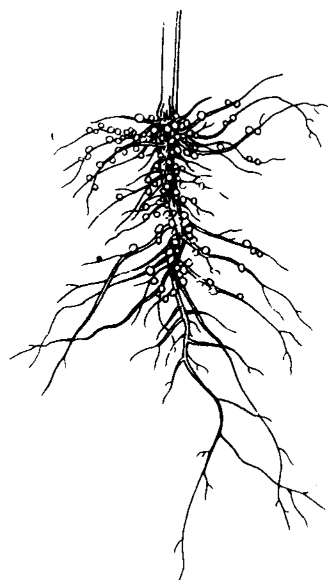


图 2 大豆根系

茎　株高40～110厘米。主茎由种子的胚芽发育而成。子叶节为第一节，其上为第二节，第一二节之间为第一节间，依此类推。每个叶腋中生腋芽，可形成分枝或花簇。单株有2～6个分枝，

多达10个分枝，少至无分枝。幼茎呈绿色或紫色，绿茎开白花，紫茎开紫花。

大豆株型按主茎和分枝、茎与叶柄之间开张角度的大小，将其分为开张型：即角度一般在45°以上；收敛型：角度一般在15°以下；中间型：角度介于二者之间：一般在30°左右（见图3）。

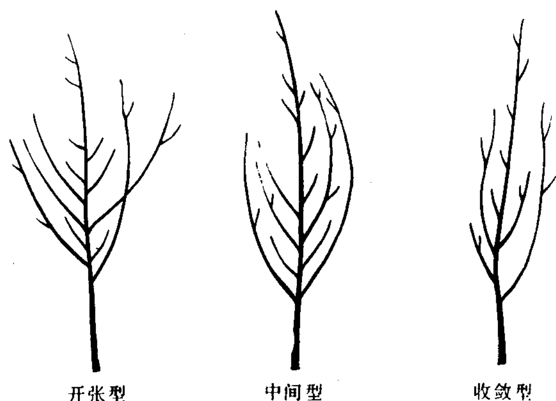


图3 大豆株型

大豆生长习性。根据在地上生长的状态分为：蔓生型：主茎不发达，与分枝无明显区别，茎细弱，节间长，植株高大，分枝多，呈半直立或匍匐状态，如野生大豆或半野生大豆；半直立型。此类大豆在土壤肥力不高，且较干旱的情况下，植株直立不倒；但在水肥条件充足的情况下，植株往往蔓生性增强；直立型。植株较矮小，节数少，节间短，茎秆粗壮，直立不倒，一般有限生长型的早熟或中早熟品种多属此类型。

叶　大豆叶先后出现子叶、单叶、复叶和先出叶：①子叶。先出土的两个肥厚无柄的卵形单叶。未发芽前呈黄色（或绿色），出土后经阳光照射，呈绿色，一般在发芽20天后脱落；②单叶。在大豆发芽10天以后，从子叶上部节上长出的叶子，由一个短的叶柄，二枚托叶和一个近卵圆形的叶片组成。单叶对生，与一对子叶成直角互生，叶表面密生茸毛。单叶为胚芽内的原始叶；③复叶。在大豆出苗后2～3周在单叶上部长出的叶和分枝上长出的叶，是典型的完全叶，由托叶、叶柄和叶片组成。叶柄分主叶柄和小叶柄。主叶柄长秆形，小叶柄分别连接小叶片，叶柄基部有一个大叶枕。叶片一般由三枚组成，中间一枚较大，两边的稍小，也有个别品种小叶片的托叶变大，形成4～9枚叶片的复叶；④先出叶。发生在每个侧枝基部，也是成对着生的单叶，无叶柄和叶枕等结构，一般品种先出叶很小（1毫米左右），某些早熟品种则较大。复叶的小叶形状因品种而异，通常分为卵圆形和披针形。卵圆形叶有利于光线的截获，但容易造成冠层封顶，株间郁闭。披针形叶透光性较好。小叶片的大小因品种特性、肥力水平，以及着生的部位而异。有限结荚习性的品种以植株上层叶片较大，中、下层叶片较小；无限结荚习性的品种中下层叶片较大，愈往上部愈小。叶片下大上小的，冠层开放，有利于光线照射植株的中下部（见图4）。

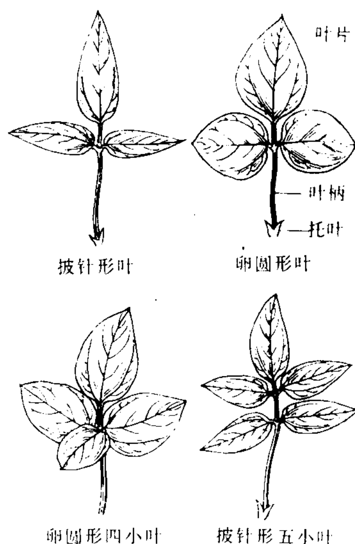


图4 叶的组成与叶形

花　由苞片、花萼、雄蕊和雌蕊组成。苞片是在一朵花的下部。长有两个绿色的小叶片。花萼，在苞片里面，由5枚萼片组成，基部合成筒形，顶端分成5裂片，具表皮毛，呈绿色，花冠有白、紫二色，属蝶形花。10枚雄蕊组成两组，其中9枚合生一起，花丝彼此联合呈开口管状，另1枚单生朝上，属二体雄蕊。雌蕊1枚，由一心皮组成，位于花的中央，由球形柱头、弯曲花柱和一室的子房三部分组成，外壁亦附有表皮毛和腺毛（见图5）。

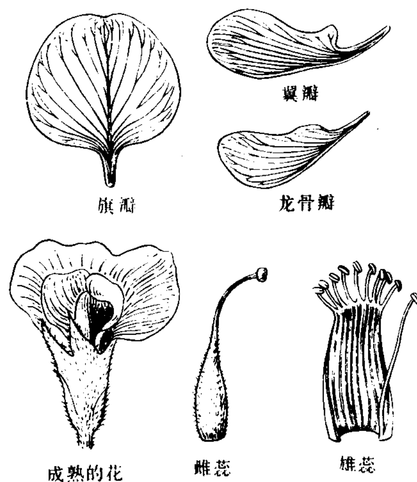


图5 大豆花

大豆花小，在叶腋中呈总状花序着生。每个花序的花数变化很大，一般15朵左右，最多可达40朵。根据花序轴的长度和花的数目，可将花分为三类：长轴型，花轴长10～15厘米，每个轴上可长10～40朵花，每节具1～2个花序。此类型多为生育期长的晚熟品种。中长轴型，花序轴长2～5厘米，每个花序可长8～10朵花，每节1～3个花序。结荚2～5个，多则8～10个。有限结荚习性多属此类型。短轴型，花序轴较短，在3厘米以下，每花序的花数一般为3～10朵，结荚数3～5个。无限结荚习性多属此类型。

花芽的分化，先出现半球状花芽原始体，接着在上面形成萼原基，然后在其两侧和背面相继出现萼片，从而形成萼筒，继而分化出龙骨瓣、翼瓣和旗瓣；相继分化环状的雄蕊原始体，在雄蕊中央雌蕊开始分化，并出现胚珠原始体；随后进入胚珠及花药原始体的分化；花器官逐渐长大，最后陆续形成花蕾、花粉和胚囊，花芽分化完成。

从出苗到开花，大约需50～60天。开花时，翼瓣、龙骨瓣开放，可见到雄蕊。多在上午开花，有风天气则开花提前，每朵花开放时间大约0.5～4小时，一株开花时间，因品种而异。开花顺序，依结荚习性而不同（见**大豆结荚习性**）。

雌雄同花，在性器官形成后，花未开放前，花粉即从花药中散出，即完成传粉，天然杂交率很低，一般为0.5～1%，属于典型的自交作物。受粉后，落在柱头上的花粉很快萌芽，从萌芽孔长出花粉管，经柱头内部组织，一直穿入子房内腔。当花粉管到达胚珠后，从珠孔处进入胚囊。花粉管端壁破裂，放出两个精子，分别与卵和极核融合，完成“双受精作用”。授粉后8～10小时以内，便完成受精作用。

荚果　包括果皮和种子两部分。花萼在果实上宿存，花冠、雄蕊开花后不久自行脱落。雌蕊完成受精后，胚珠发育成种子，子房壁发育成果皮。荚果圆形和扁平形，大多数品种为中间型。每荚粒数1～4粒，荚大小、长短、宽窄也有区别，通常大粒种荚较宽大，小粒种荚较窄小。

大豆的种子由种皮和胚两部分组成，没有胚乳。种子的形状可分为球形、椭圆形、扁圆形、肾脏形。种子的大小通常以百粒重表示。百粒重12克以下为小粒种，12～18克为中粒种，18克以上，为大粒种。种子的颜色可分为黄色、绿色、褐色、黑色、双色五种，以黄色居多。种脐是种子脱离珠柄后在种皮上留下的痕迹，种脐在靠近下胚轴的一端有珠孔，发芽时胚根由此生出，另一端为合点，是珠柄维管束与种脉连接处的痕迹（见图7）。胚在外形上可区分为胚芽、胚根、胚轴和子叶四部分。子叶内储存营养物质。胚轴的上端连着胚芽，下端连着胚根，子叶着生在胚轴上，子叶着生点以上的胚轴叫上胚轴，以下叫下胚轴，发芽时，下胚轴伸长，将子叶拱出地面（见图8）。

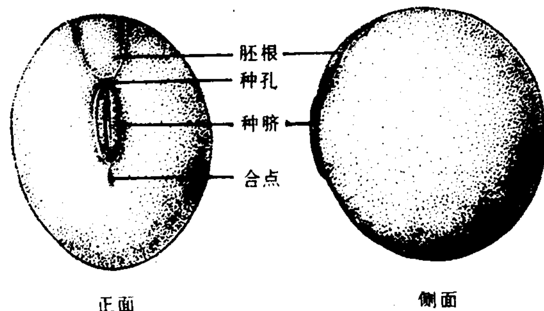


图6　大豆种粒外形

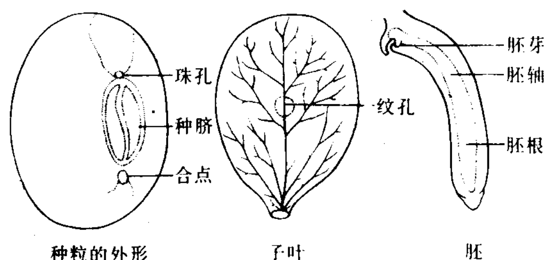


图7　大豆种子构造


图8　大豆种子发芽出苗过程

对环境条件的要求

光照　大豆是短日照作物。光照时数在13～18小时范围内，光照愈短愈能促进生殖器官的发育，抑制营养体的生长。开花结实要求一定长度连续不断的黑暗时间与一定长度光照时间的交替。对极晚熟品种，每日光照须短至13.5小时，方可起到促进开花抑制生长的作用。如每日光照缩短为6小时，则营养生长和生殖生长均受到抑制。

由于大豆的花荚在植株上下各部都有分布，因此不论上下部，每个叶片都要求得到充足的光照，才能充分地进行光合作用，制造有机物质，以充分保证该部位花荚的发育。由于叶片重叠而造成的荫蔽，对产量影响很大。

温度　大豆是喜温作物，土壤温度8～10℃即可发芽，但十分缓慢。发芽的适宜温度为20～25℃，33～36℃时发芽最快，但幼苗细弱。单叶出现前耐寒力较强，单叶出现后耐寒力即显著减弱。花芽分化的适宜温度为20℃左右。开花适温25℃左右。

全生育期要求积温一般在2 000～2 900℃。中国黑龙江省需积温在1 800～2 700℃内，因品种不同而异。南方迟熟品种要求的积温可达3 000～3 500℃。

水分　大豆需水较多，每形成1克干物质需水700克左右，蒸腾系数为300～1 000。

发芽时，土壤最大持水量在75～80%较适宜，苗期比较耐旱，从始花到盛花期，植株生长快，需水量逐渐增大。土壤干旱时营养体生长受阻，开花稀少并产生落蕾落花。结荚鼓粒期出现干旱，种粒缩小是减产的重要原因。

大豆对短期缺水也有一定调节能力。如开花中期至结荚期出现干旱，下部节位的荚大量脱落，但如后期降雨，上部节位的荚粒数增加，忍受短期干旱与开花期较长有一定的关系。

不同品种类型对水分要求有明显的差异。早熟品种根系不发达，植株矮小，因而受干旱的影响减产也较严重。生育期较长的中、晚熟品种根系较发达，受旱害较轻。小粒品种受旱对产量影响较小。

土壤　大豆需排水良好、土壤深厚，并富含有机质的中性或微酸性土壤。适宜的土壤pH值为6.5～7.0，酸性土壤对大豆根瘤菌的发育不利。

土壤有机质丰富，或经常施入有机肥料，对高产是一个必要的条件，因为有机质有利根瘤的发育，并提供氮、磷、钾营养，增加二氧化碳供应。

生产概况　20世纪50年代以来，世界大豆生产发展很快。1950年世界大豆收获面积1 510万公顷，总产量为1 800万吨；1985年面积为5 236.8万公顷，总产量为10 083.3万吨，与1950年相比，面积扩大3倍，产量增加4倍多。主产国是美国、巴西、中国、阿根廷。

中国大豆的总产量及出口量曾长期居世界首位。第二次世界大战以前，中国大豆年产量约为800～1 000万吨，占世界大豆总产的82～90%，1936年达到1 130万吨。1937年以后，受战争的影响，大豆的产量和出口量均下降，1949年大豆总产量仅509万吨。以后大豆生产恢复和发展较快，1953～1957年年平均播种面积为1 225万公顷，平均单产787.5千克/公顷，年平均总产量为968.2万吨。1985年播种面积为737.6万公顷，平均单产1 426千克/公顷，是1949年以后最高的单产水平，总产量达到1 051.9万吨，占世界大豆总产的10.43%，居世界第三位。

中国各省均产大豆，主要集中在东北松辽平原春大豆产区，及黄淮平原夏大豆产区。据1983年统计，黑龙江、河南、山东、吉林、安徽、辽宁、江苏、河北八省的大豆产量约占全国大豆总产的77.5%；台湾省的大豆产量，1980年为25 934吨，1983年降为8 592吨。

美国1950年大豆收获面积为559万公顷，平均单产1 458千克/公顷，总产量为815万吨。1985年面积扩大为2 492.2万公顷，平均单产2 292千克/公顷，总产量为5 711.4万吨。占世界大豆总产的56.64%。

1950年巴西大豆种植面积仅有3.4万公顷，总产量约为6万吨，1985年大豆面积扩大到1 015.3公顷，平均单产1 800千克/公顷，总产量为1 827.8万吨。占世界总产的18.43%。

阿根廷是70年代以来大豆生产发展最快的国家。1970年大豆收获面积仅2.6万公顷，总产量为2.7万吨，1985年面积扩大到326.9万公顷，总产量为650万吨，平均单产1 988千克/公顷，占世界总产量的6.44%，居世界第四位。

此外，生产大豆的国家还有美洲的加拿大、墨西哥、巴拉圭、哥伦比亚；欧洲的罗马尼亚、南斯拉夫、苏联。亚洲的印度尼西亚、印度、朝鲜、日本、泰国等。20世纪70年代以来，这些国家除日本外，都扩大了大豆种植面积，总产量也有不同程度的增长。

贸易　大豆是中国传统的出口农产品，1865年已有大豆和豆饼对外贸易，1903年首批运往欧洲。1913～1928年输出总值曾占全国出口总值的21%。第二次世界大战以前，中国每年输出大豆约100万吨，出口量约占世界总出口量的90%以上。东北大豆闻名于世界。1953～1957年，年平均出口量约为100万吨，1959年出口量达172万吨。以后因大豆面积缩减，出口量减少，1985年出口大豆114万吨，仅占世界大豆出口总量的4.5%，中国输出大豆的主要省份是黑龙江、吉林、辽宁、安徽、河南等省。

世界上主要的大豆输出国首推美国，其次为巴西和阿根廷。1985年世界大豆总出口量2 552.7万吨，豆油349.0万吨，豆粕2 192.8万吨，其中美国出口大豆占世界总出口量的66.3%，豆油占16.7%，豆粕占21.5%。巴西出口大豆占总出口量的13.7%，豆油占27.4%，豆粕占39.2%。阿根廷出口大豆占总出口量11.7%，豆油占15.9%，豆粕占11.3%。

世界大豆、豆油及豆粕的主要输入国有日本、苏联及欧洲经济共同体国家等。

营养成分　大豆脂肪含量一般在16～22%，含量高的品种可达25%，每克大豆脂肪的热量可达9 386卡，大豆油含亚油酸54.5%，棕榈酸11.71%，硬脂酸3.53%，油酸21.35%及大量维生素E。豆油的消化率为98.5%，高过其它食用油类。还含有8%左右的亚麻酸，此种不饱和酸能使豆油在储存过程中因氧化而变质，豆油中亚麻酸含量低于4%，以及将豆油进行加工，可降低亚麻酸对豆油的变质影响。

豆油的不饱和酸使豆油有较高的碘值（120～135）而成为半干性油，所以豆油也是制油漆的原料。野生大豆油的碘值可高达150。在气温较冷凉的条件下鼓粒成熟的大豆其豆油的碘值较高。

蛋白质含量一般在37～48%，大豆蛋白质与其它

植物蛋白质比较，所含的氨基酸较齐全。氨基酸成分中，有大量的赖氨酸，除含硫氨酸不足外，其它人畜营养所必需的氨基酸都比较多(见表)。

大豆及玉米的主要氨基酸含量比较
(16克氮素中氨基酸的克数)

氨基酸	大豆	玉米
赖氨酸	6.1	2.6
蛋氨酸	1.1	1.6
色氨酸	1.5	0.58
苏氨酸	3.6	3.0

籽粒中含有胰蛋白酶抑制素，能阻碍动物对大豆蛋白质的消化利用，并使胰脏胀大。种粒中的凝血素，有使红血球凝固的作用，大豆经高温蒸煮10分钟，80%胰蛋白酶抑制素及凝血素的抑制作用受到破坏，能消除对大豆蛋白质营养效应的阻碍作用。

用途 在食用方面，将20～30%的大豆粉与70～80%的玉米面或小米面配合成的杂合面，是中国北方长期以来的重要食粮，也可把大豆粉掺入面粉中，制成面包、饼干及甜饼等。用大豆制成的豆制品，有豆腐、豆腐脑、豆腐乳、腐竹、豆腐干、豆浆、酱油、豆酱等。豆浆则是普遍的早餐饮料，美国、巴西还大量生产可可咖啡等风味的豆浆粉。豆芽、毛豆、青豆可作蔬菜。大豆经加工调制后，可以大大提高营养价值。一般大豆蛋白质的消化率为85%，而豆腐蛋白质的消化率为96%，豆浆为93%以上。豆腐乳因经过发酵，营养价值更高。低温脱脂豆粕经深加工制成的分离蛋白，蛋白质含量达90%以上，广泛用作食品添加剂及大豆饲料。在工业上，大豆蛋白质可作胶合板胶，农药粘着剂、灭火剂、塑料等的原料。

大豆油是优质食用油。在美国它占食用油的60%以上；巴西占95%。豆油还可制成人造奶油。大豆油在工业上主要用于油漆、油墨、甘油、润滑剂等原料(见**豆油**)。

参考书目

吉林省农业科学院主编：《中国大豆育种与栽培》，农业出版社，北京，1987。

王金陵主编：《大豆》，黑龙江省科学技术出版社，哈尔滨，1982。

(王金陵 王连铮 周瑛 张戢)

《大豆》(*Soybean*) 一部论述**大豆**科学技术的专著。由黑龙江省科学技术协会组织东北农学院等8个单位的19位大豆专家集体编写的一部专著，大豆专家**王金陵**主编。全书分9章，第一章，概述了大豆的重要性、生产形势和发展情况；第二章，叙述大豆的起源、进化与分类；第三章，介绍形态与解剖；第四章，叙述大豆生育与温度、水分、矿质营养的关系，光合作用，脂肪与蛋白质的形成积累，光周期特性和花荚脱落的生理原因；第五章，讲耕作栽培；第六章，大豆遗传；第七章，大豆育种；第八章，良种繁育；第九章，病虫草害的防治。本书理论与实际并重，内容虽多采用黑龙江省资料，但在大豆方面不失为较全面而系统的专著。全书共321页，440千字，1982年由黑龙江省科学技术出版社出版。 (卜慕华)

大豆病害 (soybean diseases) 已发现的病害有30余种，其中真菌性病害最多，细菌性病害较少。病毒类主要是**大豆**花叶病毒，线虫病主要为孢囊线虫和根结线虫，以及缺素或其它生理病，如日烧病等。病害可使大豆严重减产。孢囊线虫发生严重时可造成绝产；灰斑病可严重降低商品质量。

中国各大豆产区的病害种类相差不多，但由于气候条件的影响，其严重程度有显著差异。大豆锈病、炭疽病、细菌性斑疹病等，在南方发生较重。北方春大豆区霜霉病、灰斑病、细菌性斑点病、孢囊线虫病发生普遍。大豆病毒病在各大豆栽培区都有发生。为害大豆粒荚为主的有：紫斑病*Cercospora kikuchii*、轮纹病*Ascochyta glycines*、赤霉病*Fusarium avenacearum* (*Fusarium roseum*、*Fusarium semitectum*)、荚枯病*Macrophoma mame*、炭疽病*Colletotrichum glycines*、黑痘病*Sphaceloma glycines*。粒荚受害后，形成各种症状的病斑，品质变劣，级等降低，影响种子发芽或丧失发芽力。叶部病害主要有：霜霉病 *Peronospora manshurica*、灰斑病*Cercospora sojina*、褐纹病*Septoria glycines*、黑斑病 *Alternaria brassicae* var. *phaseoli*、*Alternaria fasciculata*、*Alernaria tenuissima*、锈病*Phakopsora pachyrhizi*、白粉病*Erysiphe polygoni*、细菌性斑点病*Pseudomonas glycinea*、细菌性斑疹病*Xanthomonas phaseoli* var. *sojense*、大豆花叶病Soybean mosaic virus (SMV)等。茎秆部病害有：菌核病*Sclerotinia sclerotiorum*、黑点病*Phomopsis sojae* (*Diaporthe phaseolorum*)、纹枯病*Pellicularia sasakii*。茎秆部发病后，病斑呈暗褐色，突起或凹陷，不规则型，叶片失水萎蔫，严重影响产量。根部病害有：立枯病*Rhizoctonia solani*、猝倒病*Pythium debaryanum*、枯萎病*Fusarium bulbigenum* (*F. oxysporum*)。根部病害在苗期和成株期都有发生，轻者影响生育，重者全株枯死。还有孢囊线虫*Heterodera glycines* 主要发生在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山东、河南等省(自治区)。受害植株生长缓慢，矮化，叶片失绿呈淡黄色，重时叶片干枯脱落。根疫病 *Phytophthora magasperma* var. *sojae* 是美国的主要病害，中国尚未发现。是检疫对象。

大豆病害的防治以抗病品种为主的综合防治措施。培育和推广抗病品种(见**大豆抗病育种**)；药剂防治：在

30余种大豆病害中，由种子带菌为初次侵染源的占60%左右，药剂拌种能减少病害的侵染源，而且对苗期病害也有防治效果。如福美双0.3%拌种，可防治大豆霜霉病和灰斑病。叶部病害如霜霉病、灰斑病，根部病害如孢囊线虫病等，均可用药剂进行有效防治：农业措施防治，采取合理轮作，如防治大豆孢囊线虫病，实行大豆与禾谷类作物或非寄生作物3～5年轮作，减少虫源。播种前通过选种，清除病粒，建立无病种子田，能提高保苗率，减轻病菌初侵染源，对防治霜霉病、紫斑病、灰斑病，大豆花叶病毒效果较好。秋翻地能较好的清除田间病株残体，减少病源。中耕除草，排除田间积水，能减轻大豆锈病和根部病害的发生。增施有机肥，适时灌水，可减轻孢囊线虫病的为害。此外，防治蚜虫清除田间杂草，亦可减少大豆花叶病毒等病害。

参考书目

刘惕若、辛惠普、李庆孝：《大豆病虫害》，农业出版社，北京，1979。

（胡吉成）

大豆虫害 (insect pests of soybean) 世界大豆害虫种类多，为害严重。据文献记载，中国有240余种，多数属于昆虫纲的9个目，极少数属于蛛形纲的1个目，共约49个科。常发生为害的有70余种，其中为害较严重的40余种。苗期害虫（包括为害根部的地下害虫）有10余种，生长期害虫有20余种，后期为害荚粒的害虫约5种。

幼苗期害虫主要有豆根蛇潜蝇*Ophiomyia shibatsuji*咬食根部皮层。种蝇*Hylemya platura*为害发芽的种子。东北大黑鳃金龟的幼虫蛴螬、小地老虎、黄地虎、大地老虎咬食幼苗的根、茎或子叶，造成缺苗。为害大豆幼苗较严重的还有黑绒金龟甲*Maladera orientalis*、蒙古灰象甲*Xylinophorus mongolicus*、二条叶甲*Monolepta nigrobilineata*和网目砂潜*Opatrum subaratum*。

大豆生长发育期主要害虫有大豆蚜*Aphis glycines* Matsumura、棉红蜘蛛、烟蓟马，这三种害虫，均以刺吸式口器为害大豆叶片，在干旱年份发生十分严重。其中又以大豆蚜发生普遍而严重。咬食叶片的以鳞翅目害虫最多，主要的有豆天蛾*Clanis bilineata*、斜纹夜蛾*Prodenia litura*、银纹夜蛾*Phytometra agnata*、苜蓿夜蛾*Heliothis dipsacea*、苜蓿绿夜蛾*Plathypena scabra*、大豆夜蛾*Pseudoplusia includens*、黎豆夜蛾*Anticarsia gemmatalis*、草地螟*Loxostege sticticalis*、大豆毒蛾*Cifuna locuples*、红腹灯蛾*Spilarctia subcarnea*、豆卷叶螟*Lamprosema indicata*等，均以幼虫咬食叶片。加害叶片的还有豆突眼长椿*Chauliops fallax*、豆芫菁*Epicauta gorhami*、墨西哥豆瓢虫*Epilachna varivestis*、蚕豆微叶蝉*Empoasca fabae*。有为害茎秆的筛豆龟椿*Coptosoma punctissimum*，有钻食茎秆的豆秆黑潜蝇*Melanagromyza soja*等。

后期为害荚粒的主要害虫有大豆食心虫*Leguminivora glycinivorella*和豆荚螟*Etiella zinckenella*、棉铃虫*Heliothis armigera*褐臭椿*Euschistus servus*，还有局部地区发生的大豆荚瘿蚊*Asphondylia* sp. 为害豆荚。

中国大豆栽培地区广泛，大豆害虫的种类、分布和为害情况，各地亦有不同，大豆蚜、二条叶甲、灯蛾类、芫菁类及斜纹夜蛾等害虫，全国各大豆产区均有发生为害。

北方春大豆区苗期害虫主要是黑绒金龟甲、蒙古灰象甲、豆根蛇潜蝇。其次为网目砂潜、东北大黑鳃金龟。东北春大豆生长期以大豆蚜、草地螟为害严重。结荚期以大豆食心虫为害严重。黄淮夏大豆区苗期害虫主要有地老虎、二条叶甲等。生长发育期的害虫较多，有大豆蚜、灯蛾类、毒蛾类、豆天蛾、斜纹夜蛾、银纹夜蛾、豆芫菁为害叶片；筛豆龟椿为害豆秆，而以豆秆黑潜蝇为害普遍而严重。结荚期主要是豆荚螟为害严重，部分地区大豆食心虫、大豆荚瘿蚊为害较严重。南方大豆区害虫种类多，主要害虫有豆荚螟、斜纹夜蛾、豆卷叶螟、花生须梢麦蛾*Stompteryx subsecivella*等。

大豆虫害防治应以农业技术措施为主，辅以药剂和生物防治，因地制宜地协调配合，进行综合防治。主要防治方法：包括选育抗虫品种，播前药剂处理种子，播种时施用毒土毒饵，生长发育至成株期采用药剂喷洒、黑光灯诱杀、生物防治以及秋翻、轮作耙茬等措施。

（郭守桂）

大豆翻秋 (off-season soybean) 春大豆收获后的种子在立秋前后再行播种，10月上中旬收获，作种用的栽培方法。又名"倒种春"。主要在中国南方用于春大豆良种繁育。

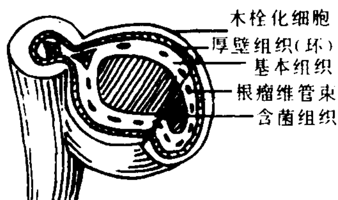
在长江以南，春大豆成熟期正值6～7月高温多湿季节，种子含水量偏高，呼吸强度大，贮藏期间极易丧失发芽率和发芽势，影响来年春种的产量。通过翻秋，鼓粒成熟时气温低，空气干燥，种子质量提高，容易保藏，发芽率可高达99%。在相同自然条件下，用种量可减少一半，而且苗齐苗壮。

春大豆收获脱粒后，即行播种，愈早播产量愈高。密度每公顷不低于60万株，行距20～25厘米，初花期适当追肥，促进花多荚多，花荚、鼓粒期及时灌溉。一般单产1 000～1 500千克/公顷。中国江苏、浙江、福建、江西等省有翻秋习惯。

（费家骍）

大豆根瘤 (soybean nodules) 由大豆根瘤

菌在适宜的条件下，侵入大豆根毛后形成的瘤状物。根瘤菌和大豆植株通过大豆识别蛋白，相互亲和，首先在根际繁殖，其中一些根瘤菌侵入根毛。其最先迹象是根毛发生卷曲。根瘤菌侵入根毛后，在植物根细胞中形成一根侵入线，进入内皮层细胞。该细胞大量分裂，形成分生组织，随即膨胀成为根瘤。根瘤菌在此皮层细胞内大量繁殖后转变为类菌体。类菌体每群2～6个被一层膜包围着。类菌体是固氮酶合成的场所。正常根瘤具有固定空气中游离氮的功能（见图）。



大豆根和根瘤横切面示意图

成熟的根瘤由皮层、厚壁组织鞘、周皮含类菌体细胞群及分散较小的未被侵染的细胞群组成。皮层维管束系统及周皮都与寄主根内的相应组织连接，沟通根瘤菌与植物体营养物质的输送。

有活性的根瘤含有豆血红蛋白，呈粉红色，豆血红蛋白含量在根瘤开始形成后的前两周不断增加，随着豆血红蛋白的出现和细菌停止分裂而开始固氮，固氮作用持续40～50天。

在成长的大豆植株上可能有各个时期的根瘤。根瘤最初在近主根处密生，随着根系发育，逐渐扩展到近主根的侧根上，生育中期，不定根上也同样有根瘤形成。

根瘤与大豆共生后，在类菌体中合成豆血红蛋白。大豆具有导致正常生长根瘤的显性基因(R_{j1})则形成根瘤，具有隐性基因(r_{j1})则不形成根瘤。大豆根瘤菌和大豆品种之间有很强的专化性。根瘤形成初期，根瘤菌与植株为寄生关系。待类菌体形成后，根瘤长成并开始固定空气中的游离氮素，使其成为植物可以吸收利用的氮素化合物时，才和寄主开始共生。

大豆根瘤菌是好气性细菌，通气良好是其发育的必备条件，同时还要求土壤含水量为土壤最大持水量的50～60%。如土壤较长时间处于淹渍状态，根瘤菌的发育就会终止，或仅仅留下紧贴地表的根瘤。它要求的最适气温在20～30℃，适宜的酸碱度在pH6.5～7.5，忌阳光直射。此外还需要土壤中含有较多的腐殖质和磷、钾元素等无机化合物（包括钼、硼等微量元素），还受土壤中其他微生物的拮抗作用的影响。

（周　瑛）

大豆根瘤固氮 (nitrogen fixation of soybean nodule)　大豆和根瘤菌共生，将空气中分子态氮固定为可供植物利用的氨态氮的过程。根瘤固氮对增进大豆产量，改善品质，培肥土壤，少用合成氮素化肥，节省能源，有重要意义。

固氮机理　根瘤中的类菌体是固氮酶合成和进行固氮作用的场所。根瘤固氮是在根瘤内部出现红色豆血红蛋白并在固氮酶的作用下开始的。大豆根瘤菌固氮需要的能量是由叶茎的光合产物转运到根和根瘤中，通过暗呼吸氧气磷酸化作用而产生的。固氮酶活性在氧浓度高时钝化，而豆血红蛋白是调控氧的装置，根瘤中氧多时，与其结合；氧少时，结合的氧又放出，从而解除了这个矛盾。固氮酶由两种组份组成。组份I为钼和铁蛋白（分子量为220 000道尔顿）；组份II为铁蛋白（分子量为60 000道尔顿）。除铁钼之外还含有不稳定的含硫辅酶。固氮酶以氮素(N_2)为基质，将其催化还原为氨。在氮被还原为氨的同时产生氢气，损失能量。70年代发现根瘤含有氢酶，在这种酶的作用下，使固氮过程中释放的氢，可以回收利用，参与能量再循环。根瘤类菌体中形成的氨绝大部分被分泌到植物细胞汁液中，转化成便于运输和同化的有机物质——天冬酰胺和酰脲（尿囊素和尿囊酸）。尿囊素和尿囊酸是大豆生殖生长时期根瘤输出的主要含氮化合物。生育后期，根瘤菌能将所固定氮的80～90%供大豆植株利用。由于共生固氮需要能量，所以固氮是一种很高的能量消耗过程。如以放出的碳氮比值作为消耗能量的指标时，大豆的碳氮比值约为6.7。

环境因素　土壤水分过多和不足对大豆根瘤固氮都产生不利的影响。失水超过完全膨胀的根瘤所含有水分的20%时，会使根瘤的呼吸作用变得很低，固氮作用停止。化合态氮(NH_4NO_3)对根瘤的发生和发育有抑制作用。土壤含氮量高或施氮多，土壤有效态氮增高时，结瘤少，固氮率低。但在幼苗生长的早期，少量的化合态氮有利于单株总的结瘤数目的增加。土壤中的氧气、磷、钾、钙和钼是结瘤和固氮所必需的。由于大豆光合产物提供固氮酶所需要的基本能量和合成含氮有机化合物所需要的碳素骨架，所以，凡影响大豆光合作用的有关因素都影响结瘤和固氮。根瘤菌的菌系和大豆品种之间的搭配在固氮反应上也有一定的特殊性。

日变化和季节性变化　一日中大豆根瘤菌固氮活性是有节奏变化的，夜间固氮活性较低，天明后逐渐升高。阴雨天固氮活性明显下降，日变化幅度缩小，转晴后回升，大豆开花和成熟始期根瘤固氮活性日变化较大，结荚始期和鼓粒期居中。一日中固氮活性出现高峰的时间，分枝期和花期在6～9时，结荚鼓粒期在12～15时，成熟始期在12时。

大豆第一片复叶展开时，根瘤即具固氮活性，此后迅速上升，至初花期达高峰，以后又急剧下降，至鼓粒始期活性又略有回升，然后逐渐下降，成熟时活性完全消失。大豆植株孕蕾期，根瘤菌固氮较少，而在开花期至鼓粒期大约50天时期内固氮作用最强。高

峰的持续时间取决于光合速率大小和分配到根瘤的光合产物的多少。开始主根根瘤固氮活性大于侧根，而到最后侧根根瘤却表现出较高的固氮效率。

固氮量　大豆单株根瘤固氮量（毫克N/株·日）主要取决于结瘤量多少。但有的品种根瘤固氮量高低与结瘤量多少不呈正相关。田间试验结果，大豆根瘤共生固氮量平均为100千克/公顷左右。大约成熟植株中全氮的25～66%来自共生固氮，其余是从土壤中吸收的。盆栽试验结果，每株大豆一生固氮量有的高达2克。固氮量约为60～80千克/公顷，占大豆需氮量的1/4～2/3。（苗以农）

大豆根外追肥 (fertilizer spraying soybean foliage)　在大豆开花结荚时期，利用豆叶的吸收能力，将液体肥料喷于叶面上，以补偿养分不足的施肥方法。又名叶面施肥。具有一定的增产效果，使用于种植在白浆土上的大豆增产效果最明显，其次是沙土、黄土、黑黄土。东北春播大豆地区，增产幅度一般为5～7%，黄淮平原夏播大豆地区增产幅度一般在7～10%。

根外追肥的肥料种类，常用的有尿素、过磷酸钙、磷酸二铵、磷酸二氢钾等。此外还有硼砂、钼酸铵、硫酸铜等微量元素。根据各地土壤缺肥情况而定。根外追肥的溶液浓度，一般为1～2%，微量元素浓度，可减少到0.1～0.5%。

根外追肥以傍晚最好，也可在清晨进行，此时空气湿度大，肥液在叶面上停留时间长，容易被叶面吸收。施后遇雨肥料易被冲掉，以雨后使用较好，强光和大风天气都不宜喷洒。喷施于叶面的肥液能保持一个小时左右，有利吸收。根外追肥宜在盛花后进行，每隔7～10天喷一次，连喷3次，效果较好。肥液中加入一定农药，可使根外追肥和防治病虫结合起来。（常跃中）

大豆灌溉 (irrigation of soybean)　在大豆**生长发育**过程中，根据土壤墒情，和**大豆**需水规律给予补充水分。大豆是需水较多的作物。开花前耗水量占全生育期**需水量**的10%，开花结荚期为60～70%，鼓粒期占20～30%，一般每形成1克干物质，需要耗水500克左右。

适宜大豆生长发育的土壤水分指标，为土壤田间最大持水量的65～70%，开花、结荚、鼓粒期为75～85%，当低于65%时，应及时灌溉。1979～1981年黑龙江省农业科学院试验，在干旱条件下，分枝期灌溉可增产4.1～9.4%；开花结荚前期灌溉增产12.0～27.6%，鼓粒期灌溉增产24.2～33.8%。

灌溉方法因地势、栽培条件和生产水平不同而异，在东北地区大面积垄播条件下，普遍采用沟灌，以隔沟灌较多，可扩大灌溉面积，便于作业。在黄淮平原地区，每隔3米开一畦沟，每隔5米开一横沟，田的四周开边沟，沟渠要利于灌排，丘陵地区可采用喷灌。南方大豆产区，多畦田种植，采用浸润灌溉。（常跃中）

大豆栽培 (soybean culture)　根据**大豆**品种生理特点、当地自然条件和农业经济水平为获得一定产量所采取的技术措施。针对不同地区的无霜期、作物种类、生产水平，建立合理的轮作制，避免大豆重茬，以培养地力，持续增产。一年一熟的中国北方春大豆区，多实行**小麦**—小麦—大豆；小麦—杂粮（玉米）—大豆；大豆—**谷子**—**玉米**等三年轮作；一年两熟或二年三熟的黄淮夏大豆区，多为**冬小麦**—**夏大豆**，冬小麦—夏大豆—**春玉米**（春甘薯）等；南方多熟大豆区，多为一年三熟和两年五熟制，有冬作物—夏大豆，冬作物—**春大豆**（套）—晚稻，冬作物—春大豆—**晚稻**，冬作物—早中稻—秋大豆，冬大豆—**早稻**—晚稻等，还有间、套、混作等种植方式。

根据温、光、水、肥条件、轮作制度及利用要求，按生育日数、结荚习性、品质等性状选用适当品种。在肥水条件较好的地区，应选用耐肥、抗倒、籽粒较大、品质优良的有限或亚有限结荚习性品种；在水肥条件较差的地区，宜选用生长繁茂、适应性强的无限结荚习性品种。

播种期以气温稳定在10℃时播种为宜，黄淮夏大豆地区，土壤墒情是影响适时播种的主要因素。抢墒早播全苗是高产的基础。秋大豆区，在前茬水稻收获后，愈早播的产量愈高，采用原茬点播或撒播。根据大豆产区的气候、土壤条件，在不误农时和保墒的基础上，采用不同的整地方法，达到苗齐、苗壮。北方春大豆区在秋翻基础上，施肥耙地播种。黄淮夏大豆区，采用耙地灭茬或板茬抢墒播种。南方多熟大豆区，春、夏大豆多采用耕地播种。

肥水条件好、播期较早、生育期较长植株高大繁茂的品种，密度宜稀，一般每公顷15万～25万株；反之宜密，一般每公顷30万～50万株。出苗后，为达到苗齐、苗匀、苗壮，在第一片真叶展开前后进行间苗，随即中耕除草（见**大豆杂草**）。分枝前进行第二次中耕除草，封行前进行第三次中耕除草。生育期间，及时追肥灌水（见**大豆营养与施肥**、**大豆灌溉**），并防治病虫害（见**大豆病害**、**大豆虫害**）。当豆叶脱落，茎秆仍有韧性、豆荚豆粒呈现固有颜色，摇动豆荚有响声时，即可收获，采取机械割晒的可提早2～3天，使用机械联合收获时则应晚2～3天。（常跃中　费家骍）

大豆杂草 (weeds in soybean field)　大豆

分布广，生态条件差异大，杂草种类多，为害程度也不同。大豆苗期生长较慢，苗势较弱，易受杂草为害。豆田中的苍耳、苘麻、荞麦蔓等与豆苗相似，较难防除。一株长势高大繁茂的杂草可使相邻豆株减少40%。杂草严重时可导致大豆绝产。同时，杂草又是某些病虫害的寄主和栖息场所，可助长病虫的发生。

中国豆田中普遍发生的杂草，一年生禾本科有稗草*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv、狗尾草*Setaria viridis* (L.) Beauv、马唐*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.、蟋蟀草*Eleusine indica* (L.) Gaertn. 和多年生的芦苇*Phragmites communis* Trin.。阔叶杂草，一年生的有穿叶蓼*Polygonum perfoliatum* L.、灰菜*Chenopodium album* L.、马齿苋*Portulaca oleracea* L.、苘麻*Abutilon theophrasti* Medic.、菟丝子*Cuscuta chinensis* Lam.、苍耳*Xanthium sibiricum* Patrin.、黄花蒿*Artemisia annua* L.、鸭跖草 *Commelina communis* L.；多年生的有苣荬菜*Sonchus brachyotus* DC.。北方豆田严重杂草还有野燕麦 *Avena fatua* L.、柳叶刺蓼*Polygonum bungeanum* Turcz.、荞麦蔓*Polygonum convolvulus* L.。

对大豆杂草，除人工除草外，轮作、翻耙中耕、生态控制等，均为有效的除草措施。除草剂的使用，成为大豆杂草防除的重要措施，促进了栽培制度的变革，出现了免耕法，以及大豆小垄密植等省工增产措施。

大豆除草剂有近40种，不同剂型和复方制剂约180种。应用较多的除草剂有：氟乐灵（Trifluralin, Triflurer），对一年生禾本科杂草有特效，于播种前施用；拉索（lasso），抑制杂草蛋白质RNA的合成，导致其死亡，而大豆不受为害，播种前或播后苗前处理土壤，多雨地区可充分发挥药效，在干旱条件下效果差。赛克津（Sencor）抑制光合作用中的希尔反应，阻碍碳水化合物的合成，引起杂草死亡。适于播后苗前处理。如在不适于春季土壤处理的干旱地区，可用茎叶处理除草剂，更能有目的地使用和控制杂草，保证大豆的正常生长。如防除禾本科杂草的拿扑净（Nabu）、稳杀得（Fluazifop-butyl）等，可由根、芽、茎、叶吸收，在植物体内传导，水解为酸，积累在生长点，抑制分生组织细胞分裂，最后引起枯死。如与杀阔叶杂草的苯达松（Basagran）、虎威（Flex）等混用，可同时控制豆田中的单、双子叶杂草。地乐胺（A-82, Dibutalin）防除菟丝子有特效。（何 庸）

大豆光合效率 (photosynthetic efficiency of soybean) **大豆**光合产物所含的化学能与其吸收太阳辐射能的比率。通常以光合速率（毫克 CO_2/分米^2·小时）表示。光合速率高，则光合效率也高。大豆主要由蛋白质、脂肪、碳水化合物、核酸等有机物组成，这些有机物的原始来源，是植物叶片绿色组织光合作用的产物。因此，大豆的光合速率与产量密切相关。

光合速率 据测定大豆30个栽培**品种**（系）间的光合速率为11～40毫克CO_2/分米^2·小时，平均为23.1毫克CO_2/分米^2·小时。大田宽行距播种的大豆叶光合速率高达60毫克CO_2/分米^2·小时。同一植株主茎叶片光合速率高于分枝叶片；中上层叶片高于下层叶片。下层叶片光合作用机能的持续时间最短，中层叶片最长，上层叶片居中，刚长出的叶片光合速率最小，随叶面积扩大，光合速率急速增大，叶长成后几天，光合速率达最高值，持续一周左右以后下降。野生种的光合速率低于栽培品种。早熟品种光合速率一般高于晚熟品种。结瘤同位基因系结荚鼓粒期间光合速率大于不结瘤的。晴天一日中的光合曲线是：上午光合速率随着光照强度而增加，从上午9时到下午14时光合速率相对稳定，然后下午随着光强度的降低而减弱。在干旱、高温、水分不足的条件下，光合速率呈双峰曲线。大豆品种一日中光合速率峰值越高，持续时间越长，对干物质生产越有利。生长季节中的光合速率变化是：在开花期达到高峰，在结荚和鼓粒早期稍稍降低到一个稳定的速率，鼓粒后期由于叶片衰老致使光合速率锐减。另一些数据表明，到始花期出现第一次高峰之后，光合速率逐渐下降，到盛花期达到最低值，结荚鼓粒期达高峰之后又缓慢下降，呈双峰曲线。20世纪80年代以来，有人认为，整个生长季节冠层光合速率的总量，特别是鼓粒期冠层光合速率与产量呈正相关。然而一个品种即使具有高的光合速率，但是它的运输功能跟不上，库源关系不协调，也达不到高产。

光合产物运输和分配 当叶片发育到长成叶的50～60%时，就从输入变为输出光合产物。蔗糖及其衍生物还有少量的丝氨酸和甘氨酸等，是叶片向外输出的主要物质。大豆光合产物白天输出较少，夜间较多，低温可降低光合产物的运输速度。光合产物由生成的细胞，通过相邻的细胞和侧脉型叶肉细胞运向维管束中的筛管汇集成流，由网状微细的维管束逐渐地集中于中脉，经叶柄和茎中的维管束运到其需要的器官。

营养生长期，光合产物主要分配到最近的分生组织部位（包括根、茎、叶）；开花后，主要向花、荚、根和根瘤以及未停止生长的茎叶部分输送和分配。

光合效率特点 ①大豆属于典型的C_3作物，具有高的光呼吸作用，所固定碳素的25～50%被光呼吸所消耗，因此，大豆的光合效率比 C_4作物玉米低。②大豆合成脂肪和蛋白质，需要的光合产物很多。生产1克脂肪需消耗近3克的光合产物（葡萄糖当量），而产生1克蛋白质需消耗2.5克，生产1克碳水化合物需消耗1.2克。如以大豆种子平均的化学成分计，蛋白质为42%，碳水化合物为31%，脂肪为20%，木质素为4%，灰分为3%。每克大豆种子平均消耗的光合产物约为

2.13克。而禾谷类每克种子消耗光合产物为1.33～1.45克。这是大豆产量较禾谷类低的主要原因。③大豆叶片接近水平生长，在密植栽培条件下，下层叶易被遮荫，光能利用率比较低，即使高产田块，也只有1%左右。

环境影响　大豆光合速率受光、二氧化碳、氧气、水分、温度及某些矿物质所影响。光是光合作用的能量来源，自光补偿点(约为0.75～3 000勒克司)开始，随着光强度增高，光合速率按一定参数逐渐增加，到饱和点(约为3万～6万勒克斯)趋于稳定。大豆光合作用的CO_2补偿点（约为40～50ppm）比玉米（0～5ppm）高。在高浓度CO_2与低浓度O_2(2%）的条件下，大部分CO_2被光合作用所固定。在正常大气下，CO_2的浓度较低。O_2浓度较高(0.032%CO_2与21%O_2)，一部分碳素不能进入光合碳循环，而进入到再氧化的光呼吸过程，则光合效率低。在CO_2浓度高(1 670 ppm的空气中，大豆光合作用光饱和点可升高到7万勒克斯以上。在一定温度范围内，当温度增高时酶促反应的速度增强。光合速率加快。大豆光合速率的最适温度为25～30℃。水分对光合效率直接影响，主要与气孔开闭有关。大豆对水分胁迫的抗力要比玉米大些，气孔在－11巴时才开始闭合，而玉米在－3.5巴时就闭合。

大豆品种高的光合速率是获得高产的一个重要基础，但是它必须和其他优良生理功能、经济性状及各种抗逆性能配合在一起才能充分发挥作用，并且还得通过人们合适的栽培管理过程，才能实现高产的目的。

（苗以农）

大豆光周期性 (photoperiodism of soybean)

大豆对于日夜(光期暗期)相对长度的反应。大豆是短日性植物，在生长发育过程中，要求暗期较长、光期较短的周期条件，暗期长时开花早。如果暗期长度短于该品种要求的临界点，则只进行营养生长，不进行花芽分化。不同品种要求短日照周期的天数是不同的，暗期长度和短日照周期天数不仅影响花芽分化，且影响雌雄配子的发育，进而影响整个植株的开花、结荚和鼓粒。

叶片是大豆对光周期的感应器官，初生叶片就具有接受光周期效应的能力，光周期诱导叶片产生的成花物质可经过韧皮部向上、下运输。决定大豆光周期效应的，主要是连续的暗期长度、光期的长度能影响花原基数量。

不同品种对于光周期反应的强弱是不同的，来源于低纬度的品种，短日性强，缩短暗期时数，延迟开花，以至不能开花；来源于高纬度的品种，短日性弱，在较短暗期下开花延迟得少，植株不明显增高。20世纪50年代，用中国南起广东省、北到黑龙江省北部的24个品种在哈尔滨进行不同日照长度处理，在连续暗期10.5小时以上，全部供试材料都能开花，而暗期短于9.5小时，来自30°N以南的材料不能开花，如暗期进一步缩短，不能开花的界限向北推移。野生大豆对光周期的反应与栽培豆有相似趋势，且更为敏感。

大豆品种间光周期反应的规律性对于引种有重要指导意义。南方大豆引到日照较长、气温较低的地方，由于短日照条件得不到满足而延迟开花成熟。而北方品种向南方引种，常因生长量不足而过早成熟减产。在纬度相近地区间引种一般容易成功，但要注意到海拔差别及局部气候条件的影响。中国低纬度地区有**春大豆**、**夏大豆**、**秋大豆**的区别，对光周期反应强弱不同，引种时要注意引入地区与原产地区的环境条件和播期一致性。

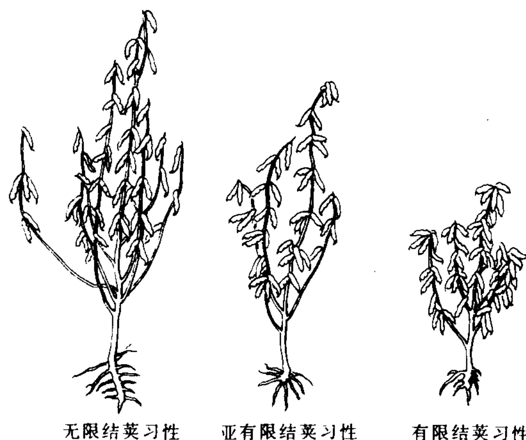
品种间光周期性的规律，在育种中已用于调节开花期。利用低纬度或控制下的短日照可将大豆一年种植多代，缩短育种年限。

（徐　豹）

大豆结荚习性 (soybean growth type)

大豆开花和结荚的方式。与大豆的生长习性密切相关，分为有限、亚有限和无限结荚习性。

有限结荚习性的大豆植株多矮生，节间短，由植株中部向上然后向下开花。开花后，植株生长量较小，干物质积累已接近全部积累的2/3。花序较长。成熟时，主茎和分枝顶端有一簇荚；无限结荚习性大豆，植株高大，节间长，由植株下部向上开花，花序短，花期较长，开花后仍继续生长。开花时干物质积累量只有全部的1/3左右。荚分散于主茎和分枝上，植株中部结荚较多，往上趋于减少，至顶端仅有一个荚；亚有限结荚习性大豆，植株高度，开花顺序及荚的分布情况与无限结荚习性大豆相似，但主茎顶端集生数个荚，主茎较发达，各节的荚数也多于无限结荚习性大豆(见图)。



大豆结荚习性类型

有限结荚习性大豆植株粗壮，节间短，直立，在肥水充足条件下不易倒伏，结荚多，丰产性能高。适应多雨、土壤肥沃地区种植；在干旱和土壤瘠薄条件下，生长矮小，结荚少。无限结荚习性大豆能比较适应于少雨、土壤瘠薄，或无霜期短、生育季节紧的地区种植。如果在肥水充足或与高秆作物间、混作时，易徒长倒伏而减产。亚有限结荚习性大豆对外界条件的要求，界于有限性与无限性之间。

大豆结荚习性是一个明显的生态性状，生态地理分布表现十分规律。在生长季节长，多雨，土地肥沃的中国长江流域、日本、朝鲜，多种植有限结荚习性大豆品种；在干旱土壤瘠薄的中国陕西、晋北等地，种植的全属小粒或中小粒的无限结荚习性大豆品种。在生长期较短，雨量不十分充沛的中国东北的中北部、美国中北部和加拿大，也多种植无限结荚习性和亚有限结荚习性大豆品种。（吴和礼）

大豆抗病育种 (breeding soybeans for disease resistance) **大豆病害**种类多，对产量、品质为害性大，地方品种多属感病类型。选育既抗病又具有优良农艺性状的新**品种**，是防治病害，提高产量和品质的重要手段，已成为**大豆育种**的主要目标之一。

育种成就 中国黄淮海地区自20世纪60年代以来，选育出抗大豆花叶病毒的齐黄1号、丰收黄、徐豆1号和诱变30等。抗诱病品种有台湾省育成的台农3号和台农4号。此外，筛选出抗孢囊线虫的抗源——哈尔滨小黑豆等，有的已用作杂交亲本，得到抗病品系。黑龙江省已选育出抗灰斑病1号小种的合交80～706等四个优良品系。美国在中、北部大豆产区育成了抗疫霉根腐病品种克拉克63（Clark 63）、哈罗索63（Harosoy 63）等，使病害基本得到控制。南部大豆产区育成了抗孢囊线虫品种。日本从50年代开始，经过20余年，育出抗大豆花叶病毒（SMV）的四个株系及大豆萎缩病毒（SSV）的四个株系的多抗品种——出羽娘，抗孢囊线虫的品种——线虫不知、奥白目等。朝鲜南部原来普遍种植抗大豆花叶病的品种——广济（Kwanggyo），1974年该品种丧失抗性，造成病害大流行。至1980年找到一些抗新株系的免疫（高抗）品种和品系，如KEX-2、Kumgang-dacrip等。

病原鉴定 病原有生理分化现象，各地病原小种组成不同，造成大豆品种抗性有地区性。如朝鲜品种广济抗大豆花叶病毒G_1～G_4，在江苏省表现抗病，而不抗大豆花叶病毒G_5，在G_5株系比例较大的东北地区，表现感病。因此应经常测定病原小种组成，尽早发现品种抗性变更趋势。

抗源筛选 为找到具有免疫或高抗能力，并能利用作为杂交亲本的材料，须广泛搜集各种类型的品种资源，从中找出适当的抗源。美国从大量大豆种质资源中筛选抗孢囊线虫资源，发现北京小黑豆（Peking）抗孢囊线虫1～3号小种，PI 88788抗4号小种。这两个品种（品系）都来自中国，是大豆抗孢囊线虫育种的主要抗源。中国东北测定809份材料，发现4个高抗孢囊线虫的品种，也都属于小黑豆类型。日本抗孢囊线虫的品种全部含有“下田不知”的血缘。美国大量测定品种资源对大豆花叶病的抗性，只发现品种巴法罗（Buffalo）能抵抗6个小种株系。

品种选育 杂交、回交、诱变和系统选择是大豆抗病育种常采用的方法。中国抗大豆花叶病的品种科系8号，是以徐豆1号为抗源杂交育成的，诱变30是用杂交材料通过X射线辐射育成的，齐黄1号是从山东地方品种中系统选育获得的。美国抗疫根腐病的克拉克63是用回交法育成的。

进行杂交抗病育种时，可将杂交材料在重病区种植，根据自然发病鉴定，并以人工接种幼苗，鉴定杂种后代对特定小种的抗性。从F_2或F_3世代开始连续淘汰病株。经两次抗性选择，抗病性便可显著提高，经四次选择，便可得到抗性稳定的品系。

（张明厚）

大豆抗虫育种 (breeding soybeans for insect resistance) 用大豆抗虫种质作为抗源，与丰产优质品种杂交，以育成丰产优质的抗虫品种。中国在大豆抗食心虫育种上已收到显著成效，美国在大豆抗墨西哥瓢虫育种上也有良好效果。

大豆食心虫是东亚，特别是中国东北春大豆区的主要害虫，严重影响大豆品质和产量。20世纪30年代，中国开始进行大豆抗食心虫育种。50年代初，以荚皮坚硬的抗食心虫品种铁荚四粒黄作为抗源，与丰产优质品种金元1号杂交，首次利用组织抗性育成了吉林1号、吉林3号、吉林4号三个大豆抗食心虫品种，大大减轻了食心虫为害。70年代初期，又育成了丰产优质的抗食心虫品种吉林13和吉林16。抗虫的原因是具有组织抗性，如抗虫品种铁荚四粒黄，荚皮坚硬，大豆食心虫的幼虫入荚死亡率高达76.3%，因而虫食粒率低（2.9%），表现抗虫性。而感虫品种金元1号食心虫幼虫入荚死亡率只有32%，虫食粒率高（23.2%），用这两个品种杂交，育成的吉林3号虫食粒率只有6.3%，丰产性好，推广面积曾达35万公顷。

从80年代初，又开展大豆抗蚜虫育种，已筛选出抗源。美国南部在大豆生育期间，常受食叶和食荚害虫为害。1971～1972年已筛选出抗墨西哥瓢虫的资源：PI 171451、PI 227687、PI 229358 三个高抗品系。已开始把这种抗性转移到农艺性状适宜的品种上去。这些高抗墨西哥瓢虫的材料，对于其他害虫如苜蓿绿夜蛾、大豆夜蛾、棉铃虫也具有抗性。

（张子金）

大豆落花落荚 (premature shedding of soybean flowers and pods) 大豆生长发育期间遇到不利的条件产生花荚脱落的现象。脱落率占总花数的40～70%时，造成减产。

脱落规律 主要是从花蕾形成到结荚期间发生的。花荚脱落比例大致是：花蕾占10%，花朵占50%，幼荚占40%。同一个节位上脱落的花蕾通常是最后分化的芽，而脱落的荚则是最早形成的荚。经组织解剖观察，受精后脱落最多，大部分均在胚发育早期脱落。同一植株下部花荚脱落率高，中部次之，上部少。同一花簇，上部的花荚比中部脱落得多。花荚脱落的高峰，多出现在开花末期至结荚期。鼓粒之后，大豆荚不易脱落。有限结荚习性品种一般落花较多，落荚较少，脱落高峰出现较早，约在开花后15～20天。无限结荚习性品种落花较少，落荚较多，脱落高峰出现稍晚，大约在花后20～25天。

脱落原因 花荚脱落的原因是复杂的。除由机械损伤、病虫灾害及气候骤变（如暴风雨等）外，与光照、温度、水分、种植密度有关。植株养分不足，养分分配失调，是导致花荚脱落的主要生理原因。大豆与禾谷类作物不同：第一，营养生长和生殖生长同时并进的时期长；第二，开花前大豆植株的干物质生产量只占总干物质量的30%，而禾谷类则为80%左右；第三，禾谷类作物开花后生产的光合产物大部分直接供给籽粒，而大豆不但要供应花荚和生长中的茎叶，还要有一部分运向根瘤，做为固氮的能源消耗。因此，在开花至结荚的一段较长时期，根和根瘤、茎叶、花荚三者之间争夺光合产物非常激烈。即将脱落的枯荚全糖浓度极低，这说明荚停止发育主要是由于糖类供应不足的结果。在大豆开花和结荚时期，叶片的光合产物主要输送到花荚，并首先集中分配到本叶的叶腋着生的花荚里。一个节上着生的叶片较早的脱落，这个叶腋里的花荚很易脱落。栽培密度大，封行早，植株下部叶片被遮荫，叶片制造的养分少，向本叶腋花荚输送得也少，就会造成植株下部花荚的脱落。干旱可造成花荚大量脱落；长日照和高温能使花荚脱落增加，温度超过40℃时，结荚数减少57～71%。开花前两周如遇低温（15℃以下）将严重减少结荚数。如低温发生在生育后期，或持续时间较短，则影响较小。

此外，花荚脱落，也是大豆本身的一种生理调节作用。

减少花荚脱落的措施 选育株型紧凑，透光性好，适于密植，抗倒伏，适应于本地区栽培的优良品种；适时播种，使大豆开花、结荚、鼓粒时期处于光照、水分、温度最适时期；施用以有机肥料为主并配合磷肥和少量氮肥；采用等距点播，合理密植；开花、结荚和鼓粒期适时灌水；施2，3，5-三碘苯甲酸等生长调节剂，抑制营养生长，防止倒伏等措施，都有减少花荚脱落和提高产量的作用。 （苗以农）

大豆品质 (soybean quality) 大豆籽粒加工利用及商业品质的综合评价。通常质量鉴定项目有：①粒质。包括籽粒的形状和大小、种皮色泽的优劣、脐色，异品种的混杂多少，以及种皮表面的附着物。②不完全粒。包括虫口粒、破碎粒、变质粒、霉粒、病粒、受水浸粒、裂皮粒、未熟粒及秕粒。③有色豆的混杂。包括异品种的籽粒。④夹杂物。包括泥沙、异作物种子、杂草种子、秸秆残渣等。⑤种子干湿度。⑥混入的异年度种子。⑦化学成分。包括脂肪和蛋白质含量等。用途不同要求的质量标准也有差异。如油用，要求籽粒近球形，种皮黄色，具有光泽，含油量高，百粒重15～20克；作豆制品用则要求种皮黄或绿色，蛋白质含量高；蔬菜用的要求大粒青豆或黄豆，易煮熟，蛋白质含量高；作豆芽，选用小粒、黑皮或褐皮，发芽率高，发芽势强。

世界各国大豆商品质量分级标准不一。如日本将商品大豆分为5个等级（见表1）。美国分为4个等级（见表2）。中国大豆商品质量也有不同分级标准，但尚未形成统一的国家标准。

表 1 日本大豆商品质量分级标准

等级	最低限度 完全粒(%) 大粒	中粒	小粒	品质	最高限度 水分(%)	害粒(%) 大粒	中粒	小粒	夹杂物	色泽
一等	95	90	90	1等标准品	14	5	10	10	0	品种固有色泽
二等	90	85	85	2等标准品	14	10	15	15	0	
三等	85	80	75	3等标准品	14	14	19	24	1	
四等	75	70	70	4等标准品	16	23	28	28	2	
五等	65	60	60	5等标准品	17	32	37	37	3	

表 2 美国大豆商品质量分级标准

等级	各项目最高限度 水分(%)	破碎粒(%)	虫蚀粒率(%)	夹杂物(%)	异品种(%)
一等	13	10	2	1	1
二等	14	20	3	2	2
三等	16	30	5	3	5
四等	18	40	8	5	10

提高种子质量的措施有：①选择纯度高，适应本地区的大豆优良品种的种子播种。②生育期间去杂去劣，加强病虫害的防治。③采用先进的栽培技术，及时灌溉和排涝。④种子完熟后及时收获脱粒，防止混杂，进行清选，使含水量降到13%以下。⑤在低温干燥的条件下，按品种、等级分别贮藏。

（费家骍）

大豆生态类型 (ecotypes of soybean) 大

豆在自然条件、栽培条件及人类的利用要求等因素的长期定向选择下，形成适应一定环境的类型。经过定向选择形成与生态因素相适应的性状为生态性状。生态性状主要是生育期，籽粒大小与形状，植株高度，结荚习性与生长习性，分枝性，生化品质，以及籽粒和茸毛的颜色等。

生育期长短主要是指大豆对一个地区一定播种期下的光照长短反应的结果。一个品种的生育期，在不同地区、不同播种期下有很大变化。在北半球将大豆自南方引到北方种植，由于光照时数延长，大豆生长高大，开花成熟延迟。自北向南引种，大豆提早开花成熟，但生长矮小，产量低。高纬度地区的品种属于短光照性弱的早熟类型，愈往低纬度地区，品种愈属短光照性强的迟熟类型。美国依据这种大豆生育期类型与纬度的关系，将南起赤道附近，北至50°N的美国最北部及加拿大南部大豆产区，划分为十三个大豆成熟期组地带（见**大豆生育期组**）。在同一地区，春分时光照长度为12小时，以后逐渐延长，夏至时最长，以后逐渐缩短。在4～5月期间早播的，能使大豆在日渐延长的光照条件下生长发育，生育期较长的生长较高大。春播早熟的大豆品种适应这种条件。大豆播种期延迟到6月以后，在日渐缩短的光照下生育期缩短，生长较矮小。中迟熟的夏播大豆及极迟熟型的秋播大豆较能适应这种条件，保持一定的产量。所以一个地区的不同播种期，能形成不同的光照长短生态条件，同时也有不同生育期类型的品种与此相适应。短光照性弱的早熟型春大豆，生育日数因播种期不同引起的变化较少；短光照性较强的中迟熟型夏大豆变化较大；短光照性很强的极迟熟型南方秋大豆，则变化十分大。这类大豆，在生产上秋播的生育日数虽只100天，但生理上实质是极迟熟型。

大豆的生育期还受温度的影响，高海拔地区的低温条件下能延长生育期。因此，须种植较早熟类型品种。

进化程度较高的较大粒栽培类型，比进化程度低的小粒类型，要求较好的耕作栽培条件。在中国陕西、山西中北部黄土高原地区，大豆多为分枝多，无限结荚习性，不抗倒伏的小黑豆。东北大豆主产区多为主茎发达，有一定分枝，抗倒伏，其北部多属无限、南部多属亚有限和有限结荚习性，百粒重18～22克，脐色淡的黄豆品种。黄淮平原大豆主产区多为百粒重16～21克左右，有限，无限结荚习性比例相似的品种类型。长江流域一带大豆品种以有限结荚习性为主，百粒重15～20克的占多数，也有百粒重大至30～40克，小至4.5克的特殊用途品种。

大豆于阳光充足、雨量及温度适中、昼夜温差明显的条件下，脂肪含量较高，蛋白质的含量却较低。中国东北大豆主产区脂肪含量一般为20～23%，蛋白质为37～40%；黄淮地区的大豆，脂肪多为18～19%，蛋白质为39～42%之间；长江流域的大豆，脂肪只有16～17%，蛋白质平均高达44～45%。日本、朝鲜及东南亚地区，是高蛋白质大豆产区。美国产的大豆脂肪含量一般在20～22%。

在确定大豆育种目标时，以当地的生态类型为基础，即从当地的生产、栽培与自然条件来确定育种目标。在符合当地生态类型的基础上，进一步取得大豆抗性的增强，品质的改进，与产量的提高。进行大豆栽培时，根据当地的自然条件、土壤肥力、耕作栽培水平以及耕作栽培制度等情况，选用在生育期、繁茂性与抗倒伏性、籽粒大小等方面，能适应的大豆生态类型，再通过试种而应用到大面积生产上去。大豆的栽培技术措施应力求使生产品种能充分发挥大豆生态适应特点。对于春大豆要适期早播，对夏秋大豆应在前茬作物之后力求提早播期。通过调整播种期使大豆的结荚鼓粒期处于气温凉爽条件下，可使豆粒质量提高，对秆强不倒的有限结荚习性品种，要给以充足的水肥条件，才能发挥其荚多、荚密的丰产特点。

（王金陵）

大豆生育期组 (soybean maturity groups)

将**大豆**品种在一定地区条件下的生育日数按一定组距归类分组。**生育期**组有一定的生育期和栽培制度的适应区域，对大豆**品种**的利用、育种材料的选择均有指导作用。

按中国各地不同播种期类型的大豆品种在武汉4月10日播种的生育日数和光照试验结果，将中国大豆品种划分为12个成熟期组（见表）。在不同地区或不同时期播种，生育期组的划分也不同，在表中列出生育期，播种期类型，地理纬度分布。这对一年多熟制，具有春、夏、秋大豆的地区及明确各品种类型在轮作制中的地位有着重要的意义。但由于各地栽培制度的差异，而且又有自己的生育期分类。东北春大豆分为极早熟（生育日数少于100天）、早熟（生育期101～110天）、中早熟（生育期111～120天）、中熟（生育期121～130天）、中晚熟（131～140天）、晚熟（141～150天）和极晚熟（生育期150天以上）七个生育期类型。

美洲的大豆成熟期分组，主要是根据大豆品种对日照长度的反应，将不同成熟期的大豆品种划分为13个成熟期组。即000～Ⅹ组。000组为超早熟组地带，适于50°N以北生育期极短地区种植，00组为极早熟组地带，这两组多分布在加拿大境内；0组为早熟组地带，Ⅰ、Ⅱ组为中早熟组地带，这三组分布在加拿大和美国境内；Ⅲ组以下为中熟和中迟熟组地带，分布在美国境内；Ⅸ组为迟熟组地带，分布在美国佛罗里达州以及加勒比各岛国；Ⅹ组为极迟熟组地带，分布在赤道附近的热带地区。每个成熟期组内存在10～15

中国大豆生育期组及在不同纬度地区的播种类型

生育期类型	生育日数(天)	各播种期类型的分布纬度范围(°N)					
I	<80	46~50春	30~32春				
II	81~90	42~44春	29~30春				
III	91~100	40~42春	27~34春	34~37夏(早)			22冬
IV	101~110	38~41春	25~29春	34~37夏			
V	111~120		23春	33~37夏	31夏(早)		
VI	121~130		23~27春	34~36夏	31夏(早)		
VII	131~140			34夏(晚)		23夏	
VIII	141~150			34夏(迟)	30~32夏(晚)		
IX	151~160				30~32夏(晚)		
X	161~170				30夏(晚)	23夏	
XI	171~180				30夏(极晚)	25夏	30以南秋
XII	>180				29夏(极晚)		30以南秋

注：春：春大豆；夏：夏大豆；秋：秋大豆；冬：冬大豆。早：早熟；晚：晚熟。

天的成熟期范围。因此，一组之内有正常熟期品种与晚熟品种之分。为了在每一成熟期组内进行比较，确定了标准品种，其它品种与标准品种相比，估算成熟期的迟早。"统一区域试验"也按成熟期组进行，育成品种都标明成熟期组，以备农民选用。欧洲、南美洲也多引用这一成熟期组来表明品种的生育期类型。

日本按播种至开花日数长短将大豆品种分为Ⅰ～Ⅴ生育期组。播种至开花天数为60天的定为Ⅰ，Ⅱ为70天，Ⅲ为80天，Ⅳ为90天，Ⅴ为100天以上。将大豆开花至成熟日数分为a、b和c三种类型。a为60天以下，b为75天以下，c为75天以上。两个阶段相结合，划分为I_a、I_b、II_a、II_b、II_c、III_b、III_c、IV_c、V_c，共九个生育期生态类型。

（王国勋）

大豆生长调节剂 (growth regulator of soybean)　由人工合成的、具有明显生理活性、能调节**大豆**生长发育的一类化学物质。生长调节剂能减缓大豆开花期间的营养生长，使光合产物更多地运向花荚，增加结荚数，提高产量。

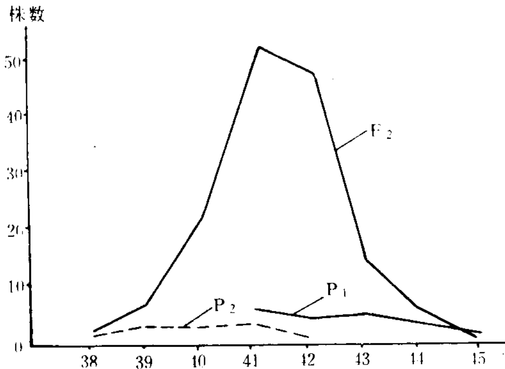
主要的生长调节剂有：①2，3，5-三碘苯甲酸(2,3,5-Triiodobenzoic acid,简称为TIBA)，商品名为Regim 8，分子式为$C_6H_2I_3COOH$，纯品为微带红色的结晶粉末，溶于醚醇，稍溶于沸苯，微溶于水，具有苯环的抗生长素类化合物。其生理效应与生长素类相反，能抑制细胞分裂，消除顶端优势，促进开花，减少花荚脱落。在肥沃土地上生长繁茂的大豆，始花时，用三碘苯甲酸进行叶面喷施，植株变矮，倒伏减轻，成熟早，每株荚数增多，产量增加5～15%。一般以初花期每公顷喷药45克，盛花期喷药75克最为适合。1克药剂加酒精100毫克充分溶解后再加适量的水，配液浓度为100～200ppm。②矮壮素(chloro choline chloride 简称ccc)化学名为2-氯乙基三甲基氯化铵，纯品为白色菱状结晶。工业品有鱼腥味，易潮解，遇碱分解。商品是40～50%溶液，性质稳定，对人畜略有毒性。矮壮素可使大豆节间缩短，茎秆粗壮，叶片加厚，叶色浓绿，有效地防止植株徒长和倒伏。拌种浓度为10～12%，花期喷洒浓度为0.125～0.25%，均有增产作用。③亚硫酸氢钠，是一种能提高光合速率，促进干物质积累，增加百粒重和产量的化学物质。在大豆初花期、盛花期施于早熟品种效果较好。使用的适宜浓度为100～150ppm，每公顷约用350千克溶液，每周喷一次，连喷3次。

（苗以农）

大豆数量遗传 (quantitative inheritance of soybean)　**大豆**的成熟期、植株高度、籽粒大小、脂肪与蛋白质含量等农艺性状与经济性状，在遗传上是受多基因控制的**数量遗传**，而且控制的效应主要是累加性的。

生育期遗传　生育期遗传，基本上是以加性为主，而有部分晚熟显性作用的数量遗传，控制的**基因**数不多。如在哈尔滨8月22日成熟的早熟品种北呼豆与9月18日成熟的东农4号杂交，第一代的成熟期为9月9日，介乎两亲本的中间而略偏迟，平均生育日数为109.0±0天。杂交第二代群体，成熟期基本上呈现常态分布而略倾向晚熟，并出现晚熟的超亲个体，群体平均生育日数为116.3±4.7天。杂交种第三代群体生育期分离广泛，多数在两亲本成熟期中间而略倾向晚熟，并出现大量晚熟及早熟的超亲本个体。

蛋白质遗传　用蛋白质含量为43.0±1.75%的公交424-1与含量为40.7±1.11%的大弯大粒杂交，杂种第一代的蛋白质含量为42.0±0.52%，相当两亲本的均数，杂交第二代群体蛋白质含量作常态分布，变幅为38～45%，平均为41.8±1.20%（见图）。有一些大豆杂交组合，在杂交第二代中出现蛋白质含量有超亲本的后代。



大豆蛋白质遗传方式

遗传参数　用统计遗传参数来表示大豆杂交材料前后代的遗传变异关系，进一步了解大豆各种性状的遗传变异特点，有助于在杂交育种时采取有效的选择方法。

变异系数　用变异系数，尤其用遗传变异系数，来表示杂交材料的变异情况，是简便常用的遗传参数，由于杂交第三代的分离范围比第二代广，反应在变异系数上，第三代性状的变异系数便比第二代大。

遗传力　大豆数量性状间的遗传力值差别较大。综合多人的研究成果，在第三代以后，单株系统的遗传力经验数值：生育期遗传力为78%左右，株高为75%左右，主茎节数为66%左右，百粒重为68%左右，脂肪含量为67%左右，蛋白质含量为63%左右等。这些性状因环境引起的变化较小，所以杂交材料前后代的遗传相似性较大，因而杂交育种选择时效果较好。倒伏率(54%左右)、分枝百分数(38～73%左右)等性状的遗传力略低。因此须在一定的种植条件下，根据小区群体的平均表现，进行判断选择。每株荚数(22～50%左右)、每株粒数(19～55%左右)，产量(38%左右)的遗传力更低，这些性状易受环境条件的影响，前后代表现的差别较大。应在后期世代根据小区群体表现进行选择。

遗传进度　大豆杂交材料不同性状间，由选择造成的前后代群体平均值的差异，可用遗传进度(ΔG)表示。生育期，株高的遗传力较大，每株粒数及产量的选择差数大，都有较大的遗传进度；百粒重的遗传力大，但选择差数很小，因而遗传进度不大。

选择指数　根据大豆性状相互联系的情况、遗传力大小，以及相对的经济重要性，估计出选择指数，可以同时根据几个因素针对产量进行综合选择，提高选择效果。用中国江淮地区的大豆品种作材料，以单株粒重、百粒重、每株粒数，全生育期日数等为产量相关因素，计算出的选择指数用来进行选择时，可达到直接按产量本身进行选择效果的65.8%。

性状间的相关性　在中高纬度地区一般生产条件下，以一般栽培品种为材料，大豆生育期与以下性状呈明显的正相关关系：植株高度(r=0.64～0.96)，分枝数(0.47～0.74)，底荚高度(0.84)，每株荚数(0.40)，较大的种粒(0.40～0.50)，产量(0.58～0.93)。生育期与抗倒伏性呈负相关(－0.39)。所以生育期较长能充分利用生长季节而又能适期成熟的品种多为高产，这类品种也表现高大，但并不严重倒伏，有一定分枝，百粒重18～22克左右。

大豆脂肪含量与蛋白质含量之间的负相关关系是较普遍的，用杂交后代材料获得的估算结果是r=－0.91**；同时产量与蛋白质含量呈显著负相关(－0.44)与脂肪含量呈显著正相关(0.35**)。

杂种优势　大豆杂种优势是存在的，并且随自交世代的推进优势明显下降。遗传力低的产量以及直接决定产量的每株荚数，每株粒数等性状，有明显的杂种优势，杂交第一代可超过两亲本平均值50～80%。亲本生态类型差别大，杂交第一代生长正常并成熟完好的组合，产量等方面的杂交种优势较大。

（王金陵）

大豆引种 (soybean introduction)　根据大豆品种类型的生物学特性及区域适应规律，从原产地引至不同地区种植，从而扩大品种的利用范围，但由于大豆品种类型的区域适应范围较窄，引种利用的规律较复杂。

大豆是典型的短日照作物。对光照时数和温度反应敏感。低纬度中晚熟夏大豆或秋大豆品种引至高纬度地区种植，则开花延迟或不能开花，霜前不能成熟。高纬度地区大豆品种引到低纬度地区，受短日照和较高温度的促进作用，开花提早，生育期缩短，植株变矮，产量降低。

同纬度间不同地区相互引种容易成功。在海拔差异不大的情况下，纬度相近的地区间相互引种，大豆品种往往能够适应。新疆维吾尔自治区从东北引入大豆品种，一般表现适应性强、产量高。长江流域从四川省到江苏省，相互引种同一播期类型的品种容易成功。黄淮流域各省间，南方秋大豆产区间以及东西向相互引种效果较好。美国北方大豆的发展是以中国东北的大豆品种为基础的，南方大豆的发展则以中国长江流域以及朝鲜、日本的品种为基础。这些都是纬度相近而异地引种成功的例子。

引种要根据自然生态条件及耕作栽培制度进行。中国北方春大豆和长江流域春大豆相互引种，虽然纬度差异很大，但因生育条件相似，都是春播，对光照反应相近，生育期往往表现适宜。美国O－II组品种生育期与中国东北大豆品种相似，引至长江流域春播，生育期也较适宜。黄淮流域和长江以南地区耕作制度复杂，不同播期下要求不同光温反应特性的品种，因此

为大豆引种提供了广大的区域。把晚熟春大豆或美国成熟期III、IV组的品种引至中国黄淮地区夏播，它们的生育日数表现与当地夏大豆相似。黄淮夏大豆晚熟品种引至长江流域夏播，生育期也较适宜。黄淮夏大豆早熟品种引至北方春大豆区南部种植，也能正常成熟。

利用海拔高度的差异进行引种，由于海拔升高，气温变低，高海拔偏南地区的大豆可在海拔较低的偏北地区利用。山西省太原的大豆品种在北京种植表现正常。贵州省的大豆在武汉表现生育正常。相反，把偏北低海拔区大豆引到偏南海拔较高地区也是可行的。黄淮夏大豆和长江流域早熟夏大豆品种，在云贵高原地区生育期表现正常。辽宁、吉林大豆品种在山西、陕西北部种植，生育期也很适宜。

大豆品种从一个地区引入另一个地区，受多种因素影响，除生育期外，耕作制度、栽培水平、病虫害种类的差异，以及利用要求等因素也起重要作用。东北春大豆和美国I、II生育期组大豆品种，引至长江流域春种，虽然生育期适宜，但成熟期正值高温多雨，大豆籽粒病害加重，大豆的生活力减退，因而难于直接利用。（王国勋）

大豆营养与施肥 (soybean nutrition and fertilizer application) 大豆**生长发育**过程中所需各种营养元素的种类、比例和数量，以及满足这种需要达到高产目的的途径和方法。

需肥种类 大豆生育所需要的营养元素有17种。据分析，籽粒产量为4 000千克/公顷，植株总干重（包括根系）约8 800千克。其化学成分为：碳3 920千克、氢500千克、氧3 700千克、氮260千克、磷34千克、钾125千克、钙90千克、镁40千克、硫28千克以及少量的氯、铁、锰、锌、铜、硼、钼和钴等。占总含量90%以上的碳、氢、氧三种元素，是由碳素同化作用和吸收水分获得的。氮素来源：一是根从土壤中吸收的化合态氮；二是大豆根瘤菌固定空气中的游离氮素。其余13种元素是从土壤中吸收的。大豆对氮、磷、钾的需要量较大，生产上必须施肥给以补充。

氮素是大豆形成新器官和生成籽粒蛋白质的原料，并参与蛋白质合成过程，是高产中的决定因素。大豆缺氮时，外观生长缓慢，分枝减少，植株短小，老叶片首先变为黄色。已变黄的叶子如及时施给氮肥，即恢复正常绿色。大豆所需氮素有1/4～2/3是从根瘤菌共生固氮中获得的。为获得高产，只靠根瘤菌供应是不够的，其余的还需从土壤中获得。每100克土壤中水解氮含量在5毫克以上时，施氮增产效果不显著；3毫克左右时，施氮增产显著。

磷也是大豆形成新器官和生成籽粒蛋白质所必需，并参与蛋白质合成过程。大豆脂肪合成和分解需要磷。磷在大豆植株有机物质的转化和运输中起重要作用，促进早熟和根瘤的发育。大豆植株早期缺磷时叶色深绿，以后在底部叶的叶脉间失绿，最后叶脉也呈现缺绿，开花后叶上有棕色斑点，严重缺磷时，茎变为红色，根呈棕色。在各类土壤中施用磷肥均有增产效果，但肥效与土壤肥力基础及施用方法等有密切关系。一般每100克土壤中含速效磷6毫克以上时，施磷增产效果小；含1～2毫克时，增产显著。

钾与碳水化合物运转有关，对气孔开放有特殊作用。植株缺钾时会延迟大豆的成熟，降低籽粒的质量。钾的流动性很强，易从较老的组织转移到根和芽的生长点。大豆缺钾时植株下层叶的小叶边缘出现不整形的黄斑，叶中心部分仍为深色，叶尖及叶缘黄色部分并逐渐向内发展，叶片脉间凸起、皱缩，叶片前端向下卷曲，最后变成棕色而枯死。每100克土壤中有效钾含量低于5毫克时，施钾肥有明显增产效果。

钙在维管束、膜物质的形成和碳水化合物的运输上起重要作用。酸性土壤中施钙可以调节土壤酸碱度，促进根瘤生长，还能促进大豆植株生长点细胞分裂，加速幼嫩部分的生长。

钼是大豆根瘤固氮酶和硝酸还原酶的金属成分，是共生固氮和硝酸还原作用必不可少的。大豆缺钼时，根瘤的生长以及豆血红蛋白和氨基酸的合成均受到抑制。大豆对钼的需要量很少，每产100千克大豆籽粒约需钼300毫克。

需肥规律 大豆不同生育时期对氮、磷、钾的吸收与干物质积累过程相一致，幼株吸收养分的速率慢，开花期以后增快，植株开始衰老，吸收速率降低。无限结荚习性品种从盛花期到鼓粒期平均每棵植株每天积累氮、磷、钾的量分别为每公顷4.5千克、0.4千克和1.5千克。在籽粒开始形成以前，植株已吸收60%的氮，55%的磷和60%的钾。大豆花芽分化后，才从土壤中吸收钼，鼓粒期根系和荚壳中的钼向籽粒中转移，并积累。

苗期至分枝期是大豆营养器官形成的重要时期，也是花芽开始分化时期。此期缺氮、磷、钾任何一种元素，不仅初期生育受到抑制，即使以后恢复正常的营养条件，后期生育也不好。如苗期土壤中有足够的磷，能增加花芽分化的数量。在施足基肥的基础上，以种肥为主，重施磷肥。有机肥料肥效长，且稳定，不仅能满足苗期至分枝期大豆吸收养分的需要，特别是符合大豆生育后期需肥多的要求。在肥沃的土壤中直接施无机氮肥，增产效果不大，甚至多施氮肥会抑制大豆根瘤的生长，降低固氮作用，反而减产。

开花期需氮、磷、钾元素迅速增长。氮、磷、钾总量的2/3是开花期以后吸收的。此时期缺氮和钙则花荚脱落率增高，籽粒产量受到严重影响。可借助组织分析方法进行营养诊断：开花后期最上层长成叶的氮

素含量(占干重)4.0%以下为缺乏，7.0%以上为过剩；磷元素含量0.15%以下为缺乏，0.8%以上为过剩；钾元素含量1.25%以下为缺乏，2.75%以上为过剩。

结荚至鼓粒期是大豆产量形成的关键时期。根吸收的无机氮、根瘤固氮、茎叶暂存的氮都运向花荚。此期如氮、磷、钾供给不足，籽粒生产则受到严重阻碍。从终花期以前10天到以后的3～4周，是肥料氮素和共生固定氮素对籽粒生产效率最高的时期。氮素的吸收量每增加1克，籽粒的重量可增加15～18克。此时大豆营养主要靠前期施入的基肥或花期的追肥。鼓粒期，尤其末期，氮、磷、钾从叶和茎部分转移到籽粒中。成熟的籽粒含有所吸收的总氮量的68%、总磷量的73%、总钾量的56%。 （张 戢 苗以农）

大豆育种 (soybean breeding) 根据育种目标利用纯系选择、杂交、辐射等育种方法，进行**大豆品种**改良，以提高产量、改进品质、增强抗性。

简史 20世纪初，**大豆**开始采用现代育种方法选育品种。在这以前，生产上所应用的品种，都为农家品种。20年代在中国南方用纯系育种法选育出大豆品种金大332，曾较长期在长江中下游一带推广。1913～1945年，在中国东北地区用纯系选种法育出粒大而圆的黄宝珠品种和大粒、高蛋白的(44%)福寿品种，这两个品种的推广面积曾达40万～50万公顷。随后育成了适应性广、籽粒金黄光亮、含油高的小金黄1号和满仓金两个品种。满仓金是最早用杂交育种法育成的品种，在50年代和60年代初，推广面积曾分别达到40多万公顷和100万公顷。1949～1985年期间，全国大豆育种工作全面开展，主要用杂交育种法先后选育出260个大豆优良品种。其中最主要品种，东北地区有东农36、黑河3号、丰收10、合丰22、东农4号、黑农26、吉林3号、吉林16、吉林18、吉林20、九农9号、铁丰18、开育8号、丹豆5号；黄淮地区有齐黄1号、晋豆1号、跃进5号、徐豆1号、诱变30；南方有苏豆1号、矮脚早、镇宁1号、鄂豆2号、湘豆3号、秋豆1号等。这些品种都成为各地的主要推广品种。其中推广面积达80万公顷的有跃进5号，高产品种有铁丰18、吉林20和黑农26，抗食心虫的有吉林3号和吉林16，抗病毒病的有齐黄1号、徐豆1号和诱变30，蛋白质含量高的有苏豆1号、鄂豆2号和吉林18，还有超早熟的东农36。

美国1940年以前应用的品种，主要是从中国引入的，或从中系选育成的，如里奇兰德(Richland)、邓菲尔德(Dunfield)。至1984年，用杂交和回交育种先后选育出150个大豆优良品种，其中主要品种有鹰眼(Hawkeye)、克拉克(Clark)、克拉克63(Clark63)、李(Lee)、韦恩(Wayne)、阿姆索71(Amsoy71)、科索(Corsoy)、布雷格(Bragg)、丹(Dare)、齐佩华(Chippewa)、比松(Beeson)、威廉斯(Williams)。这些品种推广面积都很大，其中很多在200万～300万公顷。日本大豆育种也是从1940年开始，到80年代初，主要通过杂交育种先后育成70多个大豆优良品种，其中有抗孢囊线虫病的奥白目、铃米、蓬莱、丰铃和中千成，有抗病毒病的出羽娘，有耐寒的狩胜、新生、北娘和姬丰，有高蛋白的白荚1号、肥后娘，特别是西海20含蛋白质高达50%，还有适于与水稻轮作在多湿条件下抗紫斑病的千成白、盐铃和端丽。

中国在1958年用X射线照射满仓金大豆品种，育成了黑农4号等5个新品种，成熟期提早6～12天，还增强了抗倒伏性，提高了含油量。70年代以来，中国用钴60 γ射线照射，相继育成黑农16、铁丰18、丰收11、诱变30、辐群早、辐白等品种。民主德国育成了早熟23天的大豆类型，并育成在1.5℃低温条件下能够发芽的大豆类型，日本育成了抗孢囊线虫病，分别提早成熟25天和15天的雷公和雷电。

育种目标 根据各地区的自然条件、耕作栽培制度和利用要求确定育种目标。

在中国，北方春大豆区，要求育成一年一熟，不同熟期的春大豆品种。并要求抗大豆食心虫、抗大豆花叶病毒，部分地区抗灰斑病和孢囊线虫病；以无限、亚有限结荚习性为主；中大粒至大粒，淡色脐，种皮金黄光亮，含油量高，商品品质优良，适应机械化栽培的品种。黄、淮、海夏大豆区，要求育成适应麦豆一年二熟，抗大豆花叶病毒，有限和亚有限结荚习性，中粒至中大粒，蛋白质和油分含量并重，商品品质好的品种。南方大豆区，要求育成分别适应一年二熟夏大豆和适应一年三熟的春大豆、秋大豆和冬大豆；春大豆要抗紫斑病和荚枯病，夏大豆要抗大豆花叶病毒，秋大豆要抗锈病；以有限结荚习性为主，中粒至中大粒，蛋白质含量高；菜用夏大豆要求特大粒。

日本实行深耕、高畦、密植的栽培方法，并以副食为主，育种目标除抗病虫外，还要求蛋白质含量高，大粒、淡色脐、适于密植及机械化栽培、丰产性能高。

美国耕作栽培制度基本为一年一熟，要求育成不同生育期组的大豆品种，以高产和适应机械化栽培为重点，注意抗病性、油分和蛋白质含量，降低亚麻酸含量，提高蛋氨酸含量；以中粒至大中粒为好，北部以无限结荚习性品种，以抗疫根腐病为重点；南部为有限结荚习性，以抗孢囊线虫病为重点。

育种方法 1959年以前，多用系谱选择法，也采用混合选择法和混合个体选择法。1959年美国根据大豆杂交后代株系间的变异大于株系内的变异的理论，提出了一粒传延代法(见**单粒传**)。此法很快为各国大豆育种家所采用，逐步代替了惯用的系谱选择法、混合选择法和混合个体选择法。中国70年代引入一粒传延代法，这种方法是在淘汰不良组合、去掉成熟期等

生态性状方面不适合，生长势差和病害重的植株基础上，于F_2～F_4，每一植株上摘取1～2个豆荚，按组合混合种植，于F_5选拔优良单株，F_6种为株系，进行株系决选。此法能按生态类型和生长势进行选择，因此杂种群体适应性强、遗传变异丰富，优良变异频率高，选择效果好。

冬繁加代　是缩短育种年限的重要措施。从1970年开始，中国的育种单位在海南省进行大豆一季或两季加代。一季加代，于10月下旬至11月上旬播种，翌年1月下旬收获；如二季加代，随即第二次播种，4月中下旬收获。黄淮及南方大豆区收获较晚，加代时播种期可后延。中国大豆南繁与本地结合育种的试验程序（见表）。

中国大豆南繁与本地结合育种的试验程序

南繁加代次数及年份	本地试验	南繁加代
一季加代：		
第一年	F_0	F_1
第二年	F_2	F_3
第三年	F_4	
第四年	F_5	扩大繁殖
两季加代：		
第一年	F_0	F_1
第二年	F_2	F_3 F_4
第三年	F_5	扩大繁殖

大豆品种区域适应性较窄，育成品种在推广之前，要进行品种区域试验。中国大豆品种区域试验分国家级（大区级）和省级。省级区域试验按照省内自然条件划分为不同生育期组，如黑龙江省划分为极早熟、早熟、中熟和晚熟四个生育期组，吉林省划分为早熟、中熟和晚熟三个生育期组。国家级试验，即省际间的试验，将全国从北到南划分为三大区：北方春大豆区，以东北春大豆区为主，又分为四个生育期组；黄淮海夏大豆区，又分为三个生育期组；南方大豆区，本区包括春大豆、夏大豆、秋大豆和冬大豆，分为五个生育期组。1949年以来，通过区域试验，先后确定了大批大豆推广良种，对大豆生产起到重要作用。并在全国农作物品种审定委员会下成立了大豆油料专业小组。美国将全国划分为南北两大片，进行大豆品种区域试验。北片包括从极早熟到中熟六个生育期组，南片包括从中晚熟到极晚熟四个生育期组。大豆品种区域试验之前，进行1～2年多点产量预备试验。

（张子金）

大豆质量遗传 (qualitative inheritance of soybean)

大豆的花色、茸毛色等差别显著的质量性状的遗传，是受少数基因控制的质量遗传。已明确了80个质量遗传基因的位点。大豆质量遗传的研究对象，已从形态性状发展到生理生化性状。

荚色遗传　成熟后的豆荚色，受二对基因控制。L_1显性基因存在可致黑色荚，l_1隐性与L_2显性同时存在则为褐色荚，l_1和l_2两对隐性基因同时存在为草黄色荚。黑色荚（L_1L_1 L_2L_2）与草黄色荚（l_1l_1 l_2l_2）杂交，F_2荚色比为黑色12：褐色3：草黄色1。

种皮色及脐色的遗传　经多人研究、补充和修正，大豆遗传学界公认的有关种皮色与脐色遗传主要内容如下：

①黄种皮对绿种皮的遗传：

F_1为绿色，F_2分离为3（绿）：1（黄）

G：绿种皮

g：黄种皮

②黑色、褐色种皮及脐色的遗传：

R：黑色（当与棕毛基因T共存时，RT）

r：褐色（当与棕毛基因T共存时，rT）

RtW_1：不完全黑（黑褐间混）（灰毛紫花）

Rtw_1：黄褐色（灰毛白花）

rt：淡黄色（灰毛）

r^m：褐色种皮上产生黑色斑纹，对无斑纹的r基因为显性

③控制色泽分布的基因：

I：色泽被限制在脐内并被冲淡

i^i：将黑色或褐色限制于脐内

i^k：将黑色或褐色限制于脐的两侧，呈马鞍状双色

i：对色泽分布无限制作用，出现黑豆或褐豆

以上基因按$I-i^i-i^k-i$的顺序，前者对后者为显性。

子叶色遗传　黄色子叶大豆与绿色子叶大豆杂交，第一代为黄色子叶，第二代分离为15（黄色子叶）：1（绿色子叶），是两对基因遗传。凡是有D_1及D_2基因或者其中之一的，为黄色子叶，只有d_1d_1 d_2d_2基因型表现为绿色子叶，由于子叶已是子代个体，所以第一代植株上的豆粒即表现有分离现象。绿色子叶品种的豆荚内，会因与黄色子叶品种的花粉天然授粉杂交而出现个别黄子叶豆粒。另外子叶色还有细胞质遗传现象。

结荚习性遗传　大豆三种结荚习性的基因型是：有限结荚习性dt_1dt_1，亚有限结荚习性Dt_2Dt_2，无限结荚习性$Dt_1Dt_1dt_2dt_2$。有限与无限结荚习性大豆杂交，第二代分离3（无限）：1（有限）。

花色与茸毛色遗传　W_1为致紫花的显性基因，w_1为致白花基因，紫花大豆幼苗下胚轴为紫色，白花的为绿色，可作为幼苗时去杂的指示。大豆杂交时，以紫花豆为父本白花豆为母本，第一代幼苗下胚轴为紫色的才是真杂交种。

大豆茎、荚及叶上的茸毛，分棕色、灰白色两种。致棕色的显性基因T又能促成黑色或褐色种皮或脐的产生。t为致灰白毛基因，又能冲淡R致黑色的作用。

因此，脐色淡的黄豆，大都为灰白毛。东北大豆主产区的品种，概为灰白色茸毛淡色脐。长江流域棕毛大豆品种占多数。大豆的脐色多为深褐色或黑色。

叶形遗传　大豆的叶形主要分宽叶与长叶两类。宽叶大豆苗期较健壮，长叶大豆则透光性较好，而且多四粒荚。致宽叶基因为Ln，致长叶四粒荚基因为ln。杂合体Lnln为中间型。

抗病遗传　大豆抗病性多属质量遗传。大豆细菌性斑疹病的隐性抗性基因是rxp，感病性基因是Rxp。大豆抗灰斑病的显性基因是Rcs，感病基因是rcs。已知此病菌有五个生理小种，各有抗性基因Rcs_1，Rcs_2等。北京小黑豆是最早发现的孢囊线虫抗源，具有rhg_1、rhg_2、rhg_3互补隐性抗性基因，及Rhg_4显性抗性基因。由于大豆的抗病遗传是少数基因的质量遗传，因此用回交法进行抗病育种十分有效。

大豆对根瘤菌侵入根部反应的遗传　R_{ji}为致正常生长根瘤的显性基因，r_{ji}为抗根瘤侵入因而不长根瘤的基因。

此外，带有隐性sb_1基因的大豆，成熟后不易炸荚，而带有Sb_1基因的易炸荚。带显性Ab基因的大豆成熟时的叶随之脱落，而带ab基因的，成熟后叶长期不落，不利收获脱粒。Se显性基因可产生长花序，se产生无梗或短梗花序。大豆雄性不育的隐性基因是ms_1，Ms_1为正常能育。以后又发现有ms_2，ms_3，ms_4，ms_5等雄性核不育基因。隐性基因fe可致大豆不能有效地吸取铁元素从而造成黄苗，Fe为致有效吸取铁的基因。显性基因Np能使大豆耐高量磷素，np对高量磷素敏感而使大豆受害。具有Ncl显性基因的大豆抗盐害，ncl基因致易受盐害。大豆蛋白质中的胰蛋白酶抑制素、外源凝集素，以及种皮中过氧化物酶的含量的高低及种类，在遗传上也属于质量遗传。

连锁遗传群　大豆有20对染色体，应有20个连锁遗传群，现已测知13个。第三连锁群的基因G（致绿色种皮）与基因d_1（致绿色子叶）有紧密的连锁（交换值只有4.2±0.6%），所以很少见到绿色子叶黄色种皮的大豆种粒。第七连锁群上，抗孢囊线虫病基因Rhg_4与使黑色或褐色在全种皮出现的基因i也有很近的连锁关系，因而很多抗病品种资源，属于黑豆或褐豆。

等位基因系　两个大豆品系之间，在某一个质量遗传的性状上对立不同，但所有其他基因型方面均相似，此对品系称等位基因系。例如经过回交选择，能得到在所有基因型方面相似，但一个具有不生根瘤的r_{ji}基因，一个具有能生根瘤的R_{ji}基因的一对根瘤菌着生等位基因系。这种材料在用作研究根瘤菌的固氮效能时，可排除因其他遗传背景不同而引起的干扰，现已得到三十五种以上性状的等位基因系。

（王金陵）

大豆制品（soybean products）　用大豆或经溶剂浸出、低温脱溶的豆粕，加工制成的各种食品。大豆起源于中国，因此大豆制品加工历史悠久。古人在掌握了制曲技术之后，将此技术用于大豆。周朝已设专人用大豆制酱。秦以后，制酱技术传往朝鲜、日本和东南亚各国。此时出现的大豆浸泡、带水磨浆是世界上最早应用湿磨技术。汉代开始用豆浆制成豆腐。其后，豆浆、豆腐和豆腐类制品在各地流传。18世纪后，随着大豆的传播，中国大豆传统加工技术也流传至世界各地。20世纪中期出现了开发利用大豆蛋白的新技术，新兴的大豆食品迅速兴起。70年代以来，在传统大豆食品加工工艺和机械设备等方面有了不少改进和创新，已显示出广阔的发展前景。

大豆制品可以分为非发酵性制品、发酵制品和新兴制品三大类，其加工方法各异。

非发酵性制品　以豆浆和豆腐类制品为主，此外，豆芽也属其列。

豆浆　制作豆浆需经过下面几个工艺流程（见图1）。

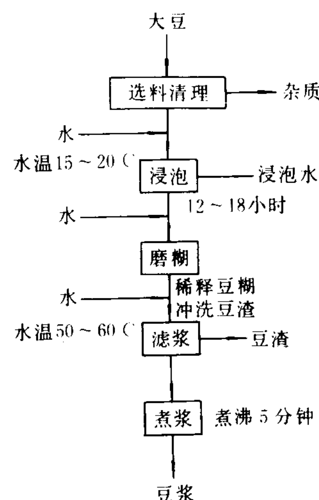


图1　豆浆加工流程

选料清理　生产豆浆要求原料大豆蛋白质含量高，粒大皮薄，颗粒饱满，表皮无皱纹，有光泽。浸泡前应先清理，除去泥沙、石子、铁质金属和皮壳等杂质。

浸泡　使大豆吸水膨胀，便于磨浆和提取大豆蛋白。浸泡时间受大豆品种及其贮存时间长短、水质条件和水温等影响，以水温的影响最大。水温在30～40℃时，则酶的活性大，呼吸作用加强，不仅消耗营养，也不利于磨制豆糊。水温过低，浸泡时间延长。适宜的水温为15～20℃。随着浸泡时间的延长，由于微生物的作用，水质会变酸，影响出品率，须及时更换浸泡用水或调整pH值。在浸泡时水应以没过大豆为宜，泡后应将水放尽，并用清水冲洗。浸泡的大豆，以表面光滑，豆仁断面无硬心为度。

磨糊　浸泡好的大豆加水磨制豆糊。加水有利于携带大豆入磨，又可在大豆磨碎时起降温冷却作用，同时在磨制时使水和磨碎的大豆充分混合均匀，使大豆蛋白溶解成为良好的胶体溶液。一般大豆与水的比例为1∶4～1∶6。豆糊以色泽洁白，粗细均匀为佳。

滤浆　为从豆糊中提取豆浆，分离豆渣，须加水稀释，进行滤浆。这个工序要掌握好加水量和水温。用

50～60℃的温水将豆糊稀释，滤出的豆渣应反复冲洗，以降低大豆蛋白残留量

煮浆　制作豆浆的最后一道工序　它使大豆中的胰蛋白酶抑制剂和血球凝集素等抗营养因子失去活性，并达到灭菌的目的；又可使大豆蛋白彻底热变性，并起消除大豆的青臭味的作用　煮浆时要用消泡剂除去泡沫，常用的消泡剂有脂肪酸甘油酯、硅有机树脂和油角膏等

豆腐类制品　包括豆腐、豆干、百叶等，它们是利用凝固剂使豆浆中抽提出来的大豆蛋白凝聚成型制成的　简略流程见图2.

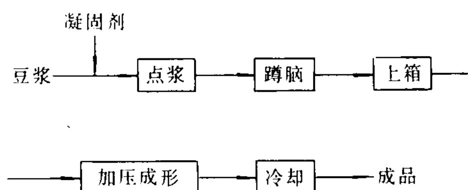


图2　豆腐类制品简略流程

制浆　加工豆腐类制品必须先制豆浆　制软豆腐的浆液较浓，1千克大豆制豆浆6千克左右　制老豆腐的浆液较稀，1千克大豆制8～9千克豆浆　制豆干的1千克大豆磨制豆浆10千克

点浆　经过煮浆使大豆蛋白充分地热变性后，进行点浆，即在豆浆中添加凝固剂，使其破坏蛋白分子表面的双电层和水合膜，促使蛋白分子相互吸引凝聚，交织形成网状结构。它具有持水性，持水多，则出品率高，制品柔软易破。持水少，则出品率低，制品硬而缺乏柔软性。传统使用的凝固剂有石膏（硫酸钙）和盐卤，前者溶解度小，生产上使用不方便，但出品率和产品质量较理想　后者作用比较急剧，凝固速度快，点浆难度大。也有采用葡萄糖酸δ内酯和"新凝1号"作凝固剂的。前者豆腐出品率高，质量也好，但须采用两次加热工艺，价格也较贵。后者则较便宜，使用也方便。

点浆的作用是使浆液形成凝胶状态。豆浆冷却后点浆，盐卤点浆适温为82℃左右，用量为大豆原料的3～4%。用浓度为8%的石膏液点浆，适温在85℃以上，用量为大豆原料的2.5%左右。

蹲脑　热变性的大豆蛋白在凝固剂的作用下达到凝固完全，所需的时间。在此期间要求保温和静置。蹲脑时间的长短和产品种类、凝固剂的性质、数量、凝固温度、添加速度和分布情况等有关。

根据制品要求，将凝聚的蛋白凝胶均匀注入模型中定形，称为上箱。一般常用包布，有时在包布外再加模型箱，并压成形，使一部分豆清水溢出。生产豆腐用纱布，豆干用较为紧密的包布，百叶类制品用紧密的包布。在加压定形过程中，凝胶表面失水收缩较快，会形成韧性较强的表皮　加压先轻后重，以免表面过快形成皮膜，而致影响豆清水的排出

制嫩豆腐，常用石膏点浆，蹲脑需30分钟，上箱后不加压　制老豆腐，常用盐卤点浆，凝聚成较大的胶粒，网络结构较为粗疏，蹲脑需15～20分钟，上箱后适当加压　制豆干，用盐卤点浆，蛋白凝固快，胶粒粗，豆清水易于析出；蹲脑10分钟即上箱成形，再加压除去豆清水　制百叶，豆腐要点得嫩，将嫩豆腐泼在包布上成形，使成细小颗粒，再加压除去豆清水为防蛋白流失，所用包布要求紧密

腐竹制品　将豆浆加热至表面上水分蒸发，变性蛋白凝结成一层薄膜，至适宜厚度时，将薄膜挑出，经干燥后即成腐竹　它不用添加凝固剂，加工流程见图3

生产腐竹时，大豆浸泡前最好先经脱皮，用去皮豆仁浸泡磨制豆糊，滤浆前后要注意调节浆液浓度，一般1千克大豆磨制10千克豆浆，浆液浓度以2波美左右为佳

煮浆后将豆浆继续加热，温度保持在82℃　待表面成膜结皮，膜厚达0.5毫米左右时，即可将薄膜挑起，称为湿腐竹　湿腐竹可挑几十层，直至浆液表面不结薄膜为止。湿腐竹经过干燥，即为成品腐竹　剩余的浆液进一步浓缩，还可生产甜竹　它的含糖量高，质量较次　用挤压机生产腐竹是一项新的技术，生产上尚未大量使用。



图3　腐竹制品加工流程

豆芽　是发了芽的大豆。作为一种黄色蔬菜，具有很高的营养价值　其蛋白质、脂肪和维生素的含量都很丰富。

大豆经过清理、淘洗除去杂质，并进行消毒，防止油腻污染。浸泡至充分吸水膨胀，种皮无皱纹，即可转入带有假底的容器，以便滤去多余的水分　萌发时，淋水可起散热、去除CO_2和补充空气及新鲜水分作用。一般4～5小时淋水一次。温度高时要增加淋水次数。一般发芽时间为5～7天。1千克大豆可得豆芽5千克左右。芽长10厘米左右即可取出，经水清洗除去豆壳，再用0.01%的次亚硫酸钠或0.3%漂白粉溶液进行漂洗后，即得成品。

发酵大豆制品　这类制品主要有豆豉、天培和腐乳。

豆豉　将经过清理、精选的大豆，用水浸泡充分吸水后，加热蒸熟，然后接上菌种，让微生物在大豆上繁殖，分解蛋白质，发酵产生粘性物质，即成为家常豆豉。

传统的制法是在蒸熟的大豆上盖上稻草或南瓜叶，也可包在稻草内，进行自然发酵。现可接入纯粹培养的米曲露或纳豆杆菌进行发酵，生成豆豉或扒丝纳豆。若将蒸煮好的大豆均匀拌入少量小麦粉，接入菌种制曲，发酵2～3天后，添加食盐、生姜、花椒等调味品，移入缸内发酵2～6个月后，晒干，即可得到盐豆豉或盐纳豆。

天培　又称豆脯，是东南亚的特产。和家常豆豉相似，传统制法是将煮熟的大豆包在香蕉叶中，让毛露或根露在大豆上自然生长，发酵2天后即可食用。现在可用纯粹培养的少孢根露，在煮熟的大豆品温降至40℃时接种。少孢根露生长的适温为37℃，相对湿度75%。发酵时应注意控制品温不超过45℃，培养2～3天，即得新鲜的天培。它的表面长满白色菌丝，有特殊的香味。新鲜天培必须在10℃以下冷藏，贮放时间不能过长，若天培颜色发黄变褐，散发腐臭味，就不宜食用。天培也可用盐渍、干制或油炸等方法来保藏。将新鲜天培切成薄片，油炸后一般能贮藏二星期左右。

腐乳　它是用豆腐作原料，经露菌生长、发酵制成的一种大豆制品。制腐乳的腐水分含量应比普通豆腐为低。凝固剂石膏的用量要增加10～20%。点浆时要不断搅拌，使凝胶体均匀细腻，蹲脑10分钟后，装入成型箱加压脱水。而后切成四方形。用毛露、根露人工接种，也可包在稻草中自然发酵。待豆腐上长满菌丝后，再放在发酵卤中，腌制后熟几个月至一年。由于酶的作用，使豆腐组织逐渐软化。好的腐乳成品入口柔软滑腻，品味鲜美。

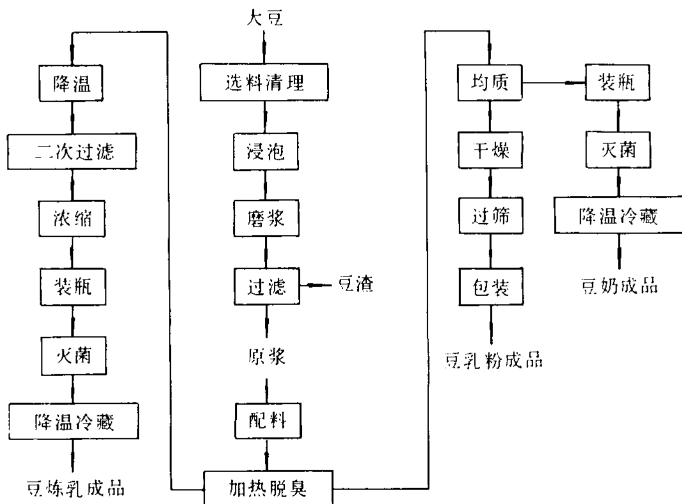


图 4　豆奶和豆乳粉工艺流程

发酵卤可以有不同的配方。用含有老糟的盐水作发酵卤，腐乳成熟后，色淡黄，略带酒味，称为糟方乳腐。若用红米盐水配制发酵卤浸渍，则得红乳腐。

新兴大豆制品　在传统大豆制品的基础上，发展、衍生出许多新的制品。主要有各种豆奶、豆乳粉、豆腐粉和酸豆奶，以及利用大豆饼粕制取的蛋白制品，如组织蛋白、浓缩蛋白和分离蛋白等。

各种豆奶和豆乳粉　以豆浆作为主要原料，按一定的配方并经加工处理，可得各种豆奶和豆乳粉，它们的工艺流程见图4。

豆奶由于经过脱臭和均质处理，并根据配方加入各种辅料，所以它有效地降低以至去除了豆腥味，口感细腻。根据配方加入的辅料不同，可使产品具有不同的风味。辅料中添加有营养强化剂，使豆奶的营养价值得到改善，所以作为蛋白饮料，它明显地优于豆浆。

生产豆奶时，脱臭是一道重要的工序，通常在封闭式的加热罐中进行。将豆浆加热至120℃左右，维持10分钟，使豆浆脱臭、灭菌，并使大豆中所含的多种抗营养因子被破坏。配料主要有蔗糖、牛（羊）奶、几种维生素和无机盐、香精、香料、可可粉、巧克力以及蛋氨酸等。按一定的配方配制，可得到不同的豆奶。

均质在均质机中进行。在高压的作用下，使豆浆中的悬浮颗粒受到剪切、膨化和冲击分散的作用，使大豆蛋白的溶解度进一步提高，使浆液变得细腻。

生产豆炼乳和豆乳粉时，浆液要经过浓缩或干燥。对不同的产品在磨浆、过滤、制作原浆时，浆液浓度应有不同：①豆奶。浆液要稀，大豆固形物浓度为3～4%。②豆炼乳。浆液要稠，固形物浓度为6～7%，经过浓缩成品浓度提高至34～36%（可食固形物）。③豆乳粉。浆液要浓，固形物浓度达15%。它可不经浓缩，直接喷雾干燥。这样不仅可简化生产工艺，节省热能，降低成本，而且可提高豆乳粉的质量。

生豆粉　将大豆除杂去皮后直接粉碎得到的产品。可用以制作豆浆、豆腐。其工艺流程见图5。

豆仁的粉碎可用万能粉碎机，成品粉粒的平均直径为8～14微米。粗豆皮中还带有部分碎豆仁，经过筛分，碎豆仁也送粉碎机粉碎。大豆干燥后必须经过冷却，使水分降至3～4%。烘粉后也必须经过冷却再行包装。在产品包装袋中可配入小袋粉碎好的石膏粉，以便于作为凝固剂制作豆腐。

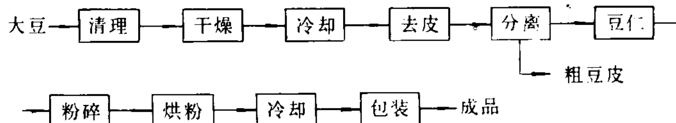


图 5　生豆粉加工流程

酸豆奶　用豆浆作原料，配加一些辅料，再接入乳酸杆菌或乳酸链球菌，在40℃左右温度下发酵，使豆浆中的大豆蛋白凝固，即成酸豆奶。然后冷藏。

几种蛋白制品　用低温脱溶的豆粕作原料生产各种蛋白制品是近30年来发展的新产品。主要产品有组织蛋白、浓缩蛋白和分离蛋白等，用它们作原料又可进一步制造各种大豆蛋白食品。

低温脱溶的豆粕蛋白质含量为45～50%。用pH 4.5～4.6的稀酸溶液或60～80%的乙醇溶液处理脱脂豆粕粉，在此条件下一些可溶性糖分和灰分被溶解进入溶液，分去液体，不溶物即为浓缩蛋白，其蛋白质含量提高到70%。

若先用碱液处理脱脂豆粕粉，使蛋白质溶于碱液中，分去不溶性聚糖。滤出蛋白溶液，经离心机分离后，再用酸调节到pH值为4.5～4.6大豆蛋白的等电点时，又促使大豆蛋白沉淀下来。分去液体，将凝沉下来的蛋白质经过水洗并干燥，即得分离蛋白。它的蛋白质含量可达90%以上。

脱脂豆粕粉、浓缩蛋白都可用挤压机处理制成粒状或片状，具有肉类咀嚼感的产品，即为组织蛋白。

大豆蛋白制品具有乳化、胶化、起泡等功能特性，可在肉制品、面包、糕点、糖果和冷饮等食品生产上得到广泛的应用。　（丁霄霖）

大豆种质资源（soybean germplasm resources）　包括地方品种、推广品种、引进品种、具有某些优良性状的品系、特殊变异材料，以及**野生大豆**和半野生大豆。有的大豆种质资源，可供生产直接利用，多数农艺性状较差，产量低，但具有某些优异种质，可为育种提供某些优良性状。如病虫害抗性，优良籽粒品质等。

搜集保存　大豆的变异性大，在广泛、复杂的种植条件与多种利用要求的定向选择下，所形成的大豆种质资源是十分丰富的。中国各地保存的大豆地方品种约17 000余份，野生大豆和半野生大豆5 000余份，国外引入品种10 000份。设在中国台湾省的亚洲蔬菜研究中心，搜集保存约10 000份大豆种质资源。美国保存的栽培品种和野生大豆10 000份左右，其中多数为引进种，利用这些材料，育成了生产上的优良品种。日本保存的大豆品种资源约4 000多份，以本国材料为主。

中国在20世纪50年代中期，在全国范围内进行了大豆地方品种调查和评选工作，1979～1981年又进行了一次地方品种的补充征集和野生大豆的考察搜集。将征集的资源进行了整理、归类，按省或自治区保存。并将全国大豆资源长期保存在国家种质库中。

美国在南、北地区建立了两个大豆品种资源保存研究中心，一个在伊利诺斯州，负责种植并保存北部早熟品种资源，另一个设在密西西比州，负责种植保存南部晚熟品种资源。保存研究中心负责品种资源的搜集、保存、研究、评价并向国内外分发材料。在科罗拉多州建有国家种质库，负责大豆种子的长期保存。

鉴定利用　将搜集整理后的大豆种质资源，对性状进行鉴定，以便育种和研究利用。

生育期　从超早熟类型到极迟熟类型的变异是连续多样的，高纬度或低纬度高原地区属早熟品种类型，低纬度地区则属于迟熟品种类型。中国北起53°N的黑龙江沿岸，南至18°N的海南省崖县的广大地区，都有生育期适宜的品种种植。在轮作换茬制度复杂地区，也有各种不同生育期类型品种以配合轮作换茬的需要。生长季节较长（200天左右）的中国长江流域有适于春播、夏播和秋播的不同成熟期的品种类型，其不同生育期类型的品种资源繁多，其它性状的变异也极为丰富多彩。

种粒大小　栽培大豆百粒重变异范围为6～55克，野生大豆1.0～3.0克，半野生大豆2.5～6克。栽培大豆种粒大小一方面是大豆的一种生态适应性状，同时也关系到人们的利用要求。大粒大豆要求肥水条件较高的种植条件，小粒大豆有耐干旱、耐盐碱、耐瘠薄等特性，如中国西北黄土高原的小黑豆，东北地区的秣食豆，长江流域的泥豆和马料豆等。做副食用的大豆多为大粒大豆，如太仓大青豆，山东的天鹅蛋等，百粒重30～40克。日本栽培大豆多做食品用，百粒重也在40克左右，其中Rokuson百粒重55克。豆芽和饲料用的多为小粒大豆，如江苏豆芽用的沭阳鱼儿圆。百粒重仅4.7克，东北饲料用的秣食豆百粒重10克左右，中国东北大豆主产区的品种百粒重一般在16～20克。美国和巴西栽培的大豆也多属中粒油用大豆品种。

结荚习性　大豆结荚习性是一种重要生态性状，同时又与大豆生长习性紧密相关（见**大豆结荚习性**）。

化学品质　大豆品种间脂肪含量的差别为16～25%，蛋白质含量为37～50%。中国东北地区及美国中北地区有丰富的高脂肪大豆品种资源。脂肪含量较高的品种如中国东北的满仓金、吉林16；美国中北部的可莱（Clay）、阿姆索（Amsoy）等，脂肪含量都在22%以上。中国长江流域、日本及朝鲜的大豆品种，有丰富的高蛋白质种质资源，其蛋白质含量大多超过45%。日本极早熟大豆品种西奥克斯（Sioux）蛋白质含量高达52%。野生大豆蛋白质含量高，高达55%。从朝鲜大豆品种中，已筛选出两个没有胰蛋白酶抑制素的种质资源。一般大豆品种间豆油中亚麻酸变异范围为4.9～12.9%，已筛选出亚麻酸低于4%的材料。大豆蛋白质中与人畜营养有关的赖氨酸含量较高，为6.68克/16克N，但蛋氨酸含量稍低，只有1.56克/16克N。尚未从大豆品种资源中找到蛋氨酸含量高的材料。

种皮色泽　种皮色是一种明显而又稳定的品种性

状 黄大豆一般含油量较高，种子外观品质好，青大豆多作蔬菜食品，蛋白质含量高。中国有丰富、珍贵的大粒青皮及大粒青皮、青子叶大豆品种资源，如蓝溪大青豆、金坛八月黄大青豆等，以及有医药价值的黑皮绿子叶大豆，如山西绿仁黑豆等。

抗逆性 中国中南部地区一些大豆品种及原产中国的比洛克西（Biloxi）等，对酸性土中的铝离子具有抗性，中国大豆品种文丰7号与美国品种李（Lee）有明显的耐盐性。美国大豆品种维尔金（Wilkin）耐土壤中高石灰质，安达秣食豆有较强的耐碱性。日本北海道的狩胜，德国、瑞士、瑞典等国家的有些品种，有较强的耐障碍性寒害。

抗病虫害 大豆品种资源中有抗各种病虫害的基因源。经筛选出的抗源材料已被利用来育成大量的抗病高产品种，为大豆生产解决了病害的为害，保障了大豆的稳定生产。抗细菌性斑疹病 *Xanthomonas phaseoli* var. *sojense* 种质资源，如布雷格（CNS Bragg）、FC 31592、PI 219656等；抗细菌性斑点病 *Pseudomonas glycinea* 种质资源，如PI 189968（抗1、2号小种）、PI 168708（原产中国，抗1、2小种）、艾达（Ada）等；抗灰斑病 *Cereospora sojina* 种质资源的材料合丰28、钢5151、李（Lee）等；抗霜霉病 *Peronospora manshurica* 的种质资源如肯瑞奇（Kanrich）、PI 174885等；抗大豆花叶病毒 Soybaan Mosaic 的种质资源如水牛（Buffalo）、大白麻、广吉（Kuanggyo）等；抗大豆孢囊线虫病 *Heterodera glycines* 的种质资源如喀左长粒黑、应县小黑豆、北京小黑豆（Peking）、线虫不知等；抗大豆根结线虫病 *Maloidognye incognita* 的材料如破皮豆（Palmett）等；抗大豆锈病 *Phakosora pachyrhizi* 的种质资源如湖北九月黄、安科尔（Ankur）等；抗紫斑病 *Carcospora kikachii* 的种质资源，如千成白、兰塞姆（Ransom）等；抗疫霉根腐病 *Phytophthora megasperma* var. *sojas* 的种质资源如阿尔塔那（Altana）、桑加（Sanga）等；对大豆蚀心虫 *Laguminivora qlycinivorella* 的抗源材料有裸大豆、铁荚四粒黄、铁荚青、吉林3号、吉林16等；抗墨西哥瓢虫 *Epilachna varivastis* 的材料有 PI 229358, PI 171451 等；抗豆尺蠖 *Paeudoplusia inchudans* 的材料有PI 171451；抗玉米穗夜蛾 *Haliothis zea* 的材料有Beeson等；抗马铃薯叶蝉的材料有PI 229358、Lee等。

大豆品种资源中还有多小叶、长花序、细胞核不育等变异材料。

参考书目

吉林农业科学院主编：《中国大豆品种志》，农业出版社，北京，1985。

（吴和礼）

大黄（rhubarb） 蓼科大黄属中大黄种，学名 *Rheum palmatum* L.，多年生高大草本植物。别名掌叶大黄、将军。以根茎及根入药。为中国特产，是常用中药，并为出口商品。主产甘肃、青海、西藏和四川省（自治区），称西大黄。同属植物有唐古特大黄 *R. palmatum* var. *tanguticum* Maxim. ex Rgl.，分布于甘肃省、青海省、西藏自治区东北部；药用大黄 *R. officinale* Baill. 分布于湖北省、河南省西部、陕西省南部、四川省、贵州省及云南省西北部，称南大黄。

株高2米左右。叶片近圆形，边缘有不同程度的掌状分裂。大形圆锥花序，花小，黄白色或紫红色。瘦果有三棱，沿棱生翅。花期6月至7月，果期7月至8月。唐古特大黄叶片深裂，裂片通常窄长，呈三角状披针形。药用大黄的叶浅裂，浅裂片呈大齿形或宽三角形。



大 黄

野生或半栽培。适宜生长于海拔2 000米左右的高寒山区，气候凉爽，年平均气温为10℃左右，年降水量约500毫米。高温多湿地区易发生病害，生长不良。以土层深厚、富含腐殖质以及排水良好的砂质壤土为佳。种子繁殖或子芽繁殖。苗床应选向阳地，翻耕后施基肥，苗床宽约130厘米。定植地宜深耕，施足基肥。种子繁殖以秋播为宜，采种后立即进行，春播可在3月下旬至4月初进行。条播行距25厘米，也可撒播。播后盖土覆草，出苗后间苗、除草和追肥。子芽繁殖，在收获时，把根茎侧面的较大子芽切下，粘上草木灰即可栽植。幼苗及子芽的定植多在秋季进行，行株距65×50厘米，穴深30～50厘米，直径30～35厘米，每穴栽植1株，盖细土压紧，使顶芽微露地面。生长期间要松土、除草。定植第2年追肥2～3次，可施饼肥或化

肥。夏秋之交剪去花薹，以利地下部发育。病虫害有根腐病、叶斑病、蚜虫、金花虫*Galerucella distincta*、甘蓝夜蛾*Barathra brassicae*、蛴螬等。栽后2～3年，于9月至10月间茎叶枯萎时，挖取根茎及根，切除茎叶、支根及顶芽，刮去粗皮，大者可纵切成适当大小，用绳串起，中小者可切片，风干、阴干或烘干。

根及根茎含蒽醌衍生物，总量为1.01～5.19%。游离形式者占小部分，主要有大黄酸(Rhein)、大黄素(Emodin)、大黄酚(Chrysophanol)、芦荟大黄素(Aloe-modin)、大黄素甲醚(physcion)等；结合形式占大部分，其中最重要的泻下活性成分番泻甙(Sennoside)A、B、C、D。还含鞣质约5%。味苦，性寒。有泻实热、下积滞、行淤、解毒作用。用于实热便秘、谵语发狂、食积痞满、腹痛、湿热泻痢、目赤头痛、口舌生疮和血淤经闭。外用治痈肿疮毒、水火烫伤。此外，可作饮料和染料。

（萧培根）

大结豆 (archer axillaris) 豆科硬皮豆属的一个种，学名 *Macrotyloma axillaris* (E. Mey) Verdc. 或 *Dolichos axillaris* E. Mey，又名阿切尔硬皮豆。为多年生牧草。原产于热带非洲，分布于热带、亚热带地区。澳大利亚新南威尔士和昆士兰栽培较成功。1974年从澳大利亚引入中国广西等地试种，表现良好。根系发达。茎匍匐蔓生，缠绕生长。三出复叶，小叶卵形，长3～5厘米，宽约3厘米。总状花序腋生，花浅黄绿色，长1.2～1.5厘米。豆荚稍弯，长3～5厘米，宽约6毫米，有种子7～8粒，卵形，每千克约12万粒。喜温暖湿润气候，适于年平均温度19～22℃，最低月平均温度6～11℃、年降雨量1 000毫米以上的地区种植。耐热不耐寒，耐旱不耐渍，耐盐性较强。在排水良好，pH5.5以上，砂土至粘土上均能生长。在霜害区，春季萌生早，夏秋季生长旺盛；在无霜区，冬春继续开花结荚。再生力强，耐放牧。采用条播或撒播。宜与**大翼豆**、**笔花豆**、**非洲狗尾草**、**绿黍**等混播。单播每公顷播种量1～2千克，混播0.5～1千克。在澳大利亚北部，每公顷产干物质曾达15 500千克。干物质含粗蛋白质6.2～11.9%。无毒，不会引起牛的臌胀病，适于放牧，亦可作青饲料或晒制干草。通常每公顷产种子100～150千克，高达200～560千克。

（蒋侯明）

大麻 (hemp) 桑科大麻属的普通大麻种，学名*Cannabis sativa* L. 一年生草本，是一种古老的韧皮纤维作物。大麻纤维白色或黄色，有光泽，质地坚韧，耐腐蚀性强，适宜纺织粗、细麻布，制造绳索、麻线等。也是制造高级卷烟纸和钞票纸等的上等原料。种子含油30%，蛋白质23～25%。大麻油可供食用和工业用。油粕是家畜的优良饲料。种子可入药，称火麻仁。花和叶均可提取麻醉剂。

起源与分布　多数学者认为中国是世界上种植大麻最早的国家，是大麻的起源中心。在中国、苏联、蒙古、阿富汗、巴基斯坦、印度都曾发现野生种，因而有的学者认为中亚、喜马拉雅山和西伯利亚中间地带以及高加索和里海南部等也是原产地。

中国古书对大麻早有记载，《尔雅》中已鉴别出大麻雌雄株，分别取出为"苴"和"枲"。河南仰韶文化遗址和西安半坡村遗址的炭化遗物证明，公元前3 000～4 000年就已利用大麻纤维结绳织布，比国外记载最早的西西耶人于公元前2 000年在伏尔加河流域栽培大麻的历史早1 500～2 000年。

大麻主要分布在亚洲和欧洲。栽培面积和产量以中国最多，苏联次之。用作纤维栽培的国家还有南斯拉夫、意大利、罗马尼亚、波兰、匈牙利、捷克斯洛伐克、保加利亚、智利、美国和朝鲜等。中国大麻产区为黑龙江、吉林、辽宁、河北、山东、山西、安徽、河南、四川、贵州、云南、新疆、甘肃和宁夏等省（自治区）。纤维品质以意大利北部出产的为最佳。中国山东莱芜麻、河北蔚州白麻和山西长治潞麻，在国际市场上亦以品质优良著称。

形态特征　大麻为雌雄异株植物。雌雄株比率一般为1:1。雄株茎秆细长，分枝少；雌株秆粗而分枝多。



大麻植株

根为直根系，主要分布在20～40厘米的土层中。麻茎挺直，高2.5～5.0米，有绿色、淡红和紫色三种。茎基部呈圆形，子叶节以上有棱，呈纵凹沟纹，表皮粗糙有短腺毛。鲜茎出麻率为4～6%，干茎（沤熟后晒干的茎）出麻率为20%左右。雌雄株分别收割时，干茎出麻率，雄株为20～25%，雌株为12～20%。叶为掌状复叶，由3～13枚小叶组成。小叶披针形，叶缘锯齿

状，叶柄长。第一节和顶梢节位的叶均为单叶；中、下部叶多对生，上部叶互生。雄花为复总状花序，雌花为穗状花序；花药黄色有大量花粉，风媒花。雌花花器不明显。雌蕊由一层薄而透明的萼片包被，无花瓣，子房一室由二心皮构成，柱头丝状二裂，开花时伸出于萼片之外。果实为卵形小坚果，有棱。果皮呈灰绿、灰白或褐色，表面有龟纹。每果一枚种子，千粒重9～32克。

生物学特性　大麻的生长发育过程可分三个时期，即幼苗期、快速生长期和工艺成熟与种子成熟期。幼苗期生长日数为30～45天，依品种不同而异。幼苗期地上部生长缓慢，根系生长快。幼苗五六对叶时，主根可深达20厘米左右，而株高只8～10厘米，根系鲜重占整株鲜重的20%以上。嗣后地上部生长加快。根系生长表现为侧根增多主根伸长减缓。苗期结束时，一般株高为30～40厘米，根系鲜重占整株鲜重的11～12%。麻茎快速生长期茎伸长快而平稳，日平均生长3～5厘米，最高可达10厘米。快速生长期是麻茎生长、纤维形成的关键时期，生长日数在55天以上，生长高峰仅15～20天。快速生长期也是小麻形成的时期。小麻通常占田间总株数的20～25%，高者达50%，对纤维产量影响很大。从开花到种子成熟是大麻的成熟期，为30～40天。雄株开花期15～25天，生长停止，随即衰老枯死；雌株在雄株开花后仍能缓慢生长，直到种子灌浆成熟。

大麻从播种到种子成熟，所需有效积温为2 400～3 200℃。种子发芽最低温度为1～3℃。表层土壤温度达8℃以上播种。大麻幼苗能忍受零下3～5℃的低温和霜冻。快速生长期的适宜气温为19～23℃。种子灌浆成熟阶段以气温18～20℃为宜。大麻是短日性植物，早熟品种感温性较强，晚熟品种感光性较强。

大麻需水量较多。在生育期中能耐大气干旱而不耐土壤干旱，特别是在麻茎快速生长期土壤水分以保持最大持水量的70～80%为宜；雌株种子灌浆成熟期间，雨水充沛也有利于种子丰收。

大麻对土壤的要求较为严格，以土层深厚、保水保肥、土质松软肥沃、排水良好的砂壤土为最好。重粘土、砂土及强石灰性的土壤均不宜种植大麻。干旱、洼涝、瘠薄的土地也不利于大麻的生长。

纤维　大麻纤维细胞发育较早：麻株1对真叶时，形成初生纤维细胞。2对真叶时，初生纤维细胞壁明显加厚，并出现次生纤维细胞。3对真叶时，次生纤维细胞加厚，并形成次生纤维束。大麻纤维细胞的分化发育，雄株可延续80天左右，雌株延迟至开花以后，因品种而异。成熟的麻茎，茎中部的初生纤维最厚，细胞木质化少，强力大，工艺价值最高；茎基部的次生纤维最发达，细胞短小，木质化程度高，工艺价值低。

大麻单纤维细胞圆筒状，先端钝圆，间或分枝，长7～50毫米，长短差异很大。宽度16～50微米。纤维细胞的纵切面多呈纵线条；横切面圆形或多角形，角隅钝圆。大麻纤维的强力，在干燥状态下为59.6千克/克；湿润状态时，为36.6千克/克。主要化学成分：纤维素65～67%、半纤维素14～15%、果胶物质1.2～1.4%、木质素4%。　　（黄敬芳）

大麻病害　(hemp diseases)　由真菌、细菌和线虫侵染，对大麻造成的伤害。大麻的主要病害有：

大麻褐斑病 *Cercosporina cannabis*　也称斑点病。此病多在老叶上发生，最初叶表面上出现暗褐色斑点，以后斑点扩大成为圆形或近圆形，中央部分变成淡褐色，周围苍黄色，背面密生灰色的霉。为害严重时，早期落叶。控制氮肥的施用量和麻田密度，可防治。

大麻菌核病 *Botrytis cinerea*　被侵染株一般于苗高30厘米左右时，茎基部发生灰褐色病斑，渐次扩大，密生黑灰色的霉，茎的皮层日渐干燥招致麻苗枯死。切开茎部，在髓部有菌核。麻高1米时，叶部也受害，外面产生一层白色毛状菌丝，其上有许多黑色而坚实的菌核，以菌核及分生孢子在被害茎上越冬。烧掉病株，与禾本科作物轮作，秋冬深耕把表土的菌核翻入土中，喷药等均可防治。

大麻白星病 *Septoria cannabinus*　受害叶沿叶脉发生黄白色或黄褐色小斑点，病斑椭圆形或多角形。以后渐次扩大与邻近白斑连成大斑，中心部变成黑色或灰白色的粉状物，周围部分灰褐色或黄褐色。在中国东北常有发生，过度潮湿或施肥多时发病较重，受害严重时，早落叶，生长受阻，影响产量。烧掉病株，注意田间排水，发病初期喷药液均可防治。

大麻霜霉病 *Pseudoperonosora cannabinus*　也称霜霉病。受害叶面生黄色斑点，背面有暗灰色的霉，叶片萎缩，严重时枯落，生长受阻。病菌以菌丝和分生孢子越冬。采用烧枯叶、轮作，喷药液可防治。

大麻疫病 *Phytophthora* spp.　受害茎上生线状或椭圆形的暗褐色斑点，渐次扩大，表面生有白色或是微红色的粉末，被害部略向下凹陷，上部变暗褐色而枯死。烧掉病株就可防治。

大麻白斑病 *Phyllosticta straminella*　为不完全菌类寄生。叶片发生圆形或近圆形白色病斑，病斑上多数形成同心轮纹，上面散生黑色小粒点。烧掉病叶或发病初期喷药可防治。

大麻立枯病 *Fusarium* spp.　自幼苗至成株均有发生。幼苗期茎上部开始变黄，以后变黄褐色至黑色。受害茎纤细，倒苗死亡。为害严重时，造成大面积缺苗。轮作或用50倍的福尔马林溶液浸种1小时可防治。

此外，还有大麻根线虫病 *Heterodera marioni*、大麻白娟病 *Corticum centrifugum*、大麻茎枯病

Phoma berbarum、大麻细菌病 *Psuedomonas cannabinus* 等 （孙安国）

大麻虫害(insect pests of hemp) 由某些节肢动物主要是昆虫的侵袭造成对大麻的伤害。中国大麻的害虫主要有麻叶甲、麻天牛和小象鼻虫等。

大麻叶甲 *Psylliodes attenuata* 俗称麻跳蚤。为一种青铜色甲虫。成虫食害大麻叶片、花序和未成熟的种子，以苗期为害较严重。中国各地麻区均有发生，在东北每年发生一次，在山东等地每年发生两次。大麻叶甲以成虫在1.0～1.5厘米深的土层中或麻叶及其他地方越冬。清除杂草可减轻危害，也可用药剂防治。

麻天牛 *Thyestes glbler* 成虫是一种甲虫，每年一代。以幼虫在根株内越冬。幼虫钻入麻茎中蛀食，逐渐向麻茎下部移动，虫口处有许多虫粪，被害麻茎很容易被风吹折。烧掉麻根、麻秆，于幼虫孵化时喷药杀灭防治。

大麻小象鼻虫 *Rhinoncus pericarpius* 此虫专食大麻，在中国安徽等地为害严重，成虫为害麻叶、麻梢和腋芽，使麻株停止生长，腋芽发叉。幼虫食茎汁，受害处呈肿瘤状，遇风容易折断，降低纤维产量和品质。成虫出现时喷药杀灭，清除杂草，进行轮作也可防治。

此外，部分麻区，危害大麻茎叶的害虫还有玉米螟、朝鲜金牛子、造桥虫、粘虫等，危害麻苗的地下害虫有地老虎、金针虫等。

（孙安国）

大麻沤麻 见沤麻。

大麻栽培 (hemp culture) 根据大麻的生长发育特性及外界环境条件，从播种到收获全过程中，所采用的一整套农业技术措施。

轮作与连作 大麻是既可轮作又能连作的作物。中国安徽六安麻区形成以大麻为中心的麻粮一年两熟的轮作方式。河南固始麻区多为一年两熟或两年三熟制。山东泰安地区有麻粮一年两熟、两年三熟、两年四熟3种。山西晋东南潞麻区多实行粮、麻、油间作套种三年五熟制。连作的麻田要求土质好，有灌溉条件。特别是在一年一熟地区，如黑龙山省，大麻全为连作。但连作时间不宜过长，以免加重病虫为害和土壤营养失调。

整地与施肥 麻地宜实行深耕，加深活土层，以增强土壤的蓄水保肥能力。麻田的耕作依各地轮作方式不同而异。大麻耐肥，需要氮最多，钾次之，磷最少。氮、磷、钾配合施用适当，其纤维束数及纤维细胞数增多，细胞腔变小，胞壁增厚，纤维的强力增大。大麻雌雄株吸收营养物质的情况不一样，开花前，雄株吸收氮和钾的强度大于雌株。开花后雌株吸收的营养物质特别是磷和氮比雄株多。用腐熟的有机肥作基肥，结合秋深耕翻入底层，或于春耕时浅翻入土。迟效肥与速效肥结合，使土壤全层肥力充足。当苗高25～30厘米麻株即将进入快速生长时，结合灌第一次水施入追肥。在灌二三水时，要给弱苗补肥。

播种 种子要经过风选、筛选，选出饱满、大小均匀、色泽新鲜、发芽率高的种子作种。大麻种子能在1～3℃低温条件下萌发，在5～10厘米土层地温达到8～10℃时播种，幼苗初期又能忍受短暂的低温，因而各麻区播种期的幅度比较宽。东北地区气候寒冷，多在4月中旬至5月上旬播种；四川冬季温暖，则在12月下旬播种，河北在砂壤土上，于4月下旬至5月初播，在阴湿冷凉的下潮地或粘壤土上，可延迟至5月下旬播种。安徽六安种火麻和寒麻，河南固始种线麻与绿秆麻。其中早熟的火麻、线麻，均早种；晚熟的寒麻、绿秆麻，则晚种。华北各地按不同播期及用途，分春麻与夏麻。春麻多作纤维用，于4月中旬播种，7月间收割沤麻，也称伏麻；夏麻于5月至6月上旬播种，8月下旬收获沤麻，也称秋麻。部分留种麻田则在9月下旬收获。西北地区因平川地与山区间气温相差很大，播种期从3月下旬延续到5月上旬，淮河流域以南及长江流域冬季温暖的一年多熟地区，大麻依轮作中的地位，从12月下旬开始播种到翌年4月上旬为止。

播种方式分撒播、条播和点播3种，撒播与条播应用较广。生产中多采用条播密植的播种方式，有下籽均匀、播深一致、出苗整齐、增加栽培密度、便于田间管理等优点。机条播、耧播和交叉耧播及开沟条播都是生产上普遍采用的条播方法。

播种量随品种、栽培目的及播种方式而异。多数麻区的留苗密度每公顷90万～150万株，收获有效株数60万～90万株。播种量，一般每公顷60～75千克。采种栽培的每公顷15～40千克即可。大麻种子顶土力不强，宜于浅播，一般覆土厚度2厘米左右。

田间管理 出苗后10～15天就要间苗，留苗要均匀，苗高15～20厘米时适时定苗，按麻苗生长情况，把弱苗、强苗再间一次，留够单位面积需要的株数。株高60厘米左右，拔除矮株、弱麻(即小麻)。结合间苗定苗进行中耕，以松土除草，麻田封垄前还可进行一次中耕。结合定苗同时可鉴别出麻苗雌雄株。凡幼苗叶片尖窄，叶色淡绿，顶梢略尖的是雄株；而叶片宽，叶色深绿，顶梢大而平的为雌株。收获纤维栽培的可多留雄株，以提高纤维品质；采种用的，当多留雌株，以增加种子产量。

麻苗生长到30厘米左右，茎秆上部开始出现空心(开筒期)标志着麻苗即将进入快速生长期，应及时追肥、灌第一次水。从开筒至雄株盛花为植株生长最快

的阶段，此期土壤最大田间持水量应保持在70～80%为宜。因此头水后就要浇二水，直至纤维成熟。华北各省一般灌三四次水，多的可达七八次。

收获 大麻雌雄株的生长期、开花成熟期不一致，雄株于花谢后，麻茎达工艺成熟期；雌株则要到主茎花序中部种子开始成熟时，才达到种子成熟时期。雌雄株成熟期相差30～40天，因此为了提高纤维和种子的产量和品质，宜采用雌雄株分期收获。第一次在雄株花谢时，收割雄株，第二次在雌株花序中部种子成熟时，收获雌株。而生产上以收获纤维为目的的地块多为雄株花谢后，全田一次收割。收割时要贴地平割，麻茬越低越好。割下麻株随即抖净小麻，打净麻叶，削去梢头，摊晒半天到一天，再按麻茎高矮粗细和成熟度，分别捆成直径15～20厘米的小麻捆，准备沤麻。作留种栽培的，当雌株达种子成熟时，将麻田中雌株全部收割，削下梢头结籽部分，摊晒、脱粒、扬净入仓。

（黄敬芳）

大麻种质资源（hemp germplasm resources） 包括地方品种、推广品种、突变种和近缘野生种等在内的可供研究和利用的各种类型材料。

大麻为雌雄异株，长期的异交成为异质结合的群体，又因各地的生态条件不同，经过长期的栽培与选择，形成了各地的生态型。大多数植物学家认为，大麻属只有一个普通大麻种（*Cannabis sativa* L.）；苏联曾区分为三个相近的种，即普通大麻（*C. sativa*）、印度大麻（*C. indica*）和地大麻（*C. ruderalis*）。日本将栽培种按成熟茎色分为白木型、青木型和赤木型。按用途可分药用、油用和纤维用三个类型。其中药用大麻多为印度大麻，比纤维用大麻植株矮、分枝和叶片数多，茎下部的叶为互生，而普通大麻茎下部的叶为对生。

中国大麻种质资源丰富。按生育期长短分为早熟与晚熟两个类型，早熟种生育期100～150天，株高2～3米，一般分枝短，叶片窄小，株型紧凑，麻皮较薄，纤维柔细有光泽，品质较好。晚熟种生育期150天以上，株高3～4.5米，分枝长，叶片宽大，株型松散，皮厚，产量高，但纤维比较粗糙，品质较差。四川省按花色分为白花麻籽、黄花麻籽和青花麻籽。在华北又有旱麻和水麻之分，旱麻抗旱能力强，适于在山坡地种植，但纤维粗而脆；水麻适于灌溉地栽培，纤维品质柔韧。

中国著名的地方良种有耐肥、适于密植、生长快、纤维柔软洁白的山东莱芜水麻；种子灰白色，幼苗心叶黄绿色，纤维洁白有光泽的河北蔚州大白皮；分枝长、节间长、麻皮厚、纤维较粗糙，适应性强的安徽六安寒麻；根系发达，抗旱性强，苗期生长缓慢，快速生长期迅速生长的宁夏盐池麻；种皮灰褐色、花纹明显的四川郫县的金瓜花；叶面有茸毛抗麻叶甲力强的黑龙江五常40号。此外还有山西的潞麻，陕西的韩城麻，云南的大姚麻，甘肃的华亭麻等。野生大麻在西藏、云南、山东以及东北各地都有分布。

苏联曾选出雌雄同株大麻品种。1974年苏联用秋水仙碱处理雌雄同株大麻品种"ЮСО-1"，获得四倍体雌雄同株的大麻，其特点是籽粒大，茎中次生纤维含量较少，雌雄同株性比较稳定，种子不易脱落。1980年苏联推广三个纤维含量高达30%以上的雌雄同株高产大麻品种"ЮСО-14"、"ЮСО-16"和德涅泊罗夫6号（Днеблов-6）。日本于1972年从佐贺县白石町地方大麻品种中筛选出无毒大麻品种"CBDA"。匈牙利大麻良种有谢格吉四号，法国有菲勃利蒙56号等。

（孙安国）

大麦（barley） 禾本科大麦属作物的总称，学名*Hordeum* L.，一年生或越年生草本植物。属内有30多个种，其中有栽培价值的只有普通大麦种 *H. vulgare* L.，为二倍体，2n=2x=14。大麦通常指皮大麦，裸大麦因地区不同又有元麦、米大麦、青稞之称。世界各国的大麦主要用于畜禽饲料，约占总产的70～80%，其次是酿制啤酒。中国80年代初，在大麦消费量中用于粮食约占20%，饲料约占70%，啤酒原料和其他用途约占10%。

生产 大麦类型众多，适应性强，分布广泛。从50°S到70°N的广大地区均有栽培；在海拔4 750米的中国西藏地区也有大麦种植，这是世界粮食作物分布的最高点。1986年全世界大麦栽培面积为7 964.5万公顷，苏联种植面积最大，约占世界总面积的37.7%，其次为加拿大、美国、中国、西班牙、土耳其、摩洛哥、澳大利亚、伊朗和法国，均在200万公顷以上（见表）

世界大麦面积和产量（1986年）

国别	面积 (kha)	单产 (kg/ha)	总产 (kt)
苏联	30 052	1 710	51 400
加拿大	4 952	3 034	15 026
美国	4 859	2 736	13 292
西班牙	4 334	1 692	7 331
土耳其	3 500	2 000	7 000
摩洛哥	2 472	1 441	3 563
澳大利亚	2 277	1 550	3 530
伊朗	2 200	1 136	2 500
法国	2 091	4 813	100 063
世界合计	79 645	2 266	180 441

注：据联合国粮农组织（FAO）1986年生产年鉴，未包括中国

20世纪50年代以来，世界大麦生产发展很快，其增长速度在各类作物中居首位。据1986年统计，全世

界大麦，总产量18 044.1万吨，单产2 266千克/公顷。面积与总产量列小麦、水稻、玉米之后，居第四位。欧、亚两洲的种植面积与总产均占世界总计的78%，次为北美、中美洲和非洲。单位面积产量最高的是荷兰，为6 247千克/公顷，其次是比利时、津巴布韦和英国，每公顷产量均在5 000千克以上。

中国的大麦种植面积与总产量亦在水稻、小麦、玉米之后，居第四位。1931～1937年间，最高年种植面积曾达674万公顷，一度居当时世界大麦总产量之首。50年代初下降到387公顷，总产345万吨。至80年代初种植面积稳定在333万公顷，单产上升到2 100千克/公顷左右，总产达650万～750万吨。1982年单产超过3 000千克/公顷以上的有江苏省和上海市，超过2 250千克/公顷有浙江、安徽两省和北京市，除云南外，其余省份都在750～2 250千克/公顷之间。皮大麦的单产略高于裸大麦。而最高单产纪录出现在青藏高原。如1978年青海省西宁市刘家寨乡西北园种植福8号青稞1.5亩，亩产673千克。1982年西藏日喀则农科所种植1.15亩喜马拉雅6号青稞，创亩产805千克高产记录。

起源与演化　根据野生大麦的分布及考古学资料，大麦的起源地有二。一是从小亚细亚经过美索不达米亚到伊朗高原的中东地区和从埃及、北非，到苏联的北高加索等地区。这里存在着二棱和六棱野生大麦，多次发现公元前6 000年左右的大麦遗物。在埃及阿斯旺地区发现了公元前约15 000年的大麦遗物。另一起源地是中国的青海、西藏和四川的西部。这里也广泛存在二棱、六棱和中间型的野生大麦。其中六棱野生和中间型野生大麦都是以杂草形式存在于田间，未发现野生群落。

大麦由野生到栽培的演化，是一个有争议的问题。有二棱起源说，二、六棱双源说，六棱起源说和多阶段进化系统学说。自从1848年C. 科克斯（Koch）首次描述野生二棱大麦，并认为是扇形大麦的祖先种以后，1882年A. 德堪多（de Candolle）认为栽培的二、六棱大麦均起源于野生二棱大麦这一论点成为二棱起源说的先导。50年代前后，许多学者发现，除伊朗和小亚细亚发现过公元前6000年的六棱大麦外，更早的大麦遗物全是二棱型；二棱对六棱为显性，野生二棱与栽培六棱杂交后可得到类似野生六棱大麦的后代；所以认为栽培大麦起源于野生二棱大麦。

本世纪初出现了双源说。这派学者认为在二棱大麦的杂交中，从来没有分离出多棱型大麦，也缺少二棱向六棱类型过渡的证据；血清反应也断定二棱与六棱之间存在显著差异。所以认为二棱和六棱型各有其本身的起源。

W. 里蒙彭（Rimpao）从比较形态学观点认为栽培大麦的祖先种应为六棱型，而二棱型则为六棱型侧小穗退化所致。1938年瑞典学者E. 欧伯格（Aberg），把中国四川西部的野生六棱大麦，认为是真正的栽培大麦祖先种，定名为*H. agriocrithon*，并认为中国西藏高原是栽培大麦的起源地。这一论点在国际上引起震动，以致六棱起源说得到盛行。

70年代，中国学者在西藏、青海、四川西部等地进行考察，发现大量二棱、六棱和中间型的野生大麦。通过对其进行性状遗传、细胞学核型和酶谱等研究，提出了多阶段进化系统学说，认为栽培大麦的进化可能是由二棱到六棱，由小穗有柄到无柄，籽粒由有稃到裸粒，穗轴由碎穗到坚韧的过程，其中经历了几个阶段。其原始种是野生二棱大麦，在距今约7 000～10 000年，人类驯化大麦时，开始了第二阶段，相继产生了六棱瓶型、六棱无柄及六棱裸粒等野生大麦。第三阶段才进化为栽培六棱大麦，而栽培二棱大麦则是选育大穗、大粒的结果。这一学说强调了六棱大麦在进化中的作用，并论证了中国青藏高原是野生大麦的起源地之一。

栽培历史　大麦是人类栽培的远古作物之一。世界各地先后发现早在公元前15 000～前5 000年的栽培大麦的遗物。远古时主要栽培在东亚和西南亚的古文明区，后来传至欧洲。古代大麦以六棱最多，次为四棱，二棱最少。17世纪初由英国殖民者引入北美；荷兰和西班牙殖民者将欧洲和北非的品种引至南美。在东方，大麦由中国传至印度，公元4～5世纪由中国经朝鲜传至日本。

中国大麦栽培历史悠久，1979年在新疆哈密县五堡乡墓葬内，曾出土新石器时代含彩陶文化的青稞穗壳。这是迄今出土最早的栽培大麦遗物。在新石器时代中期，距今5 000年前的古羌族时，就在黄河上游栽培大麦。远在公元前14～前12世纪的殷商甲骨文中已有"麦"、"来"、"牟"的记载。公元前6世纪的《诗经》中记有"贻我来牟"。先秦文献中统称大、小麦为"麦"或"来牟"。公元前3世纪《吕氏春秋・任地篇》中的"孟夏之昔，杀三叶而获大麦"，始正式有大麦这一名称。西汉以前全国各地就种有大麦，在黄河、长江流域和西北旱漠地区更广为种植。公元6世纪30年代的《齐民要术》和南宋嘉泰年间的《会稽志》等书中，有了关于大麦的原始分类、品种、栽培技术和利用经验的记载。另从公元8世纪的《本草拾遗》中记有"青稞似大麦，天生皮肉相离，秦陇以西种之"。另从约16世纪后期的《本草原始》中记"大麦，一名牟麦，出关中"。看出中国栽培大麦很可能是由西向东传播的。

中国原有的大麦以多棱为主，皮、裸型皆有，至今在农家品种中尚有许多四棱、六棱大麦。二棱大麦自20世纪50年代以来才陆续从国外大量引入，种植面积逐渐扩大。

形态特征　须根系，其初生根7～9条，次生根数则依品种及栽培条件而异。根系入土深度可达130厘米

左右 茎秆圆筒形，中空，茎节实心，其茎节4～7个 株高60～150厘米，主茎叶片数7～17片 叶耳大，呈半月形，紧抱茎秆，无茸毛(见图1) 穗状花序，每个穗轴节片上并列着生3个小穗，称三联小穗 三联小穗均结实，穗的横断面为六角形(六棱)或长方形(四棱)称为多棱型 仅中列小穗结实侧小穗不结实或内外颖均退化，只剩护颖的称二棱型 中列小穗结实，侧小穗结实或不结实的称中间型，这个类型经济价值不大 小穗密度以每4厘米长穗轴上着生的小穗数分为稀(7～14)、中(15～19)和密(19个以上)3类 每个结实小穗内有一朵两性花，由护颖，内、外颖及雌、雄蕊组成 护颖退化成披针形或线形；外颖顶端着生有长芒、中芒、短芒、钩芒或无芒等多种类型 中国地方品种中长芒、中芒类型占75%左右，短芒占20%，钩芒很少，约占1.6% 现代品种以长芒者居多 芒上有锯齿或光滑 小花内有雄蕊3枚，雌蕊1枚 雌蕊柱头为羽毛状2列，其基部有1对鳞片 鳞片不发达的类型多行闭颖授粉 颖果成熟时内外颖与籽粒粘合的为皮大麦，分离的为裸大麦，籽粒梭形或椭圆形(见图2) 紧贴颖果腹沟基部着生一个退化的小穗轴，称基刺 籽粒多为黄色或淡黄色，也有紫、棕、黑和绿色等 籽粒糊粉层由两排细胞(埃塞俄比亚大麦所独有)或两排以上的细胞所组成

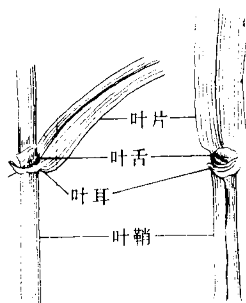


图1 大麦的叶

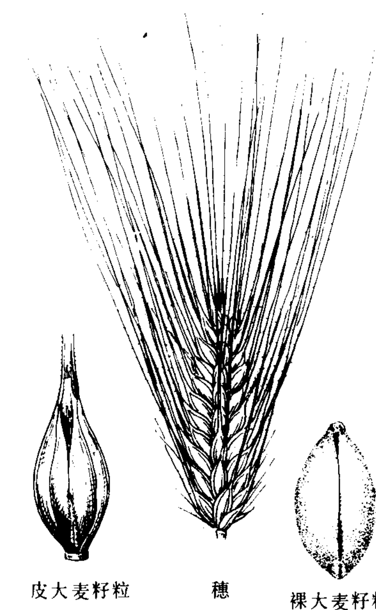


图2 大麦的穗及籽粒

生物学特性 大麦生育期较短，比小麦早熟7～15天，且能适应迟种早收 中国冬大麦生育期一般为160～250天，春大麦为75～110天；在南方种植的冬大麦大部分属春性品种，而北方的冬大麦属冬性或弱冬性品种 冬性大麦在2～4℃，经过25～30天通过春化阶段；而春性大麦为6～8℃，经15天；弱冬性大麦介于两者之间 大麦属长日照作物，日照延长，抽穗开花提早 原产高纬度地区的品种对日照长度反应敏感，而南方低纬度地区的品种则较迟钝

种子萌发的最低温度为0～3℃，最适为18～25℃ 分蘖发生的适宜温度为13～15℃，最低3℃ 生长最低温度为3～4.5℃，最适为20℃，最高为28～30℃；成熟期以不低于17～18℃为适宜，高于25℃易早衰，影响灌浆

大麦根系较弱，在土壤田间最大持水量为70%左右，根际温度14～18℃时最利于根系的生长 在大田条件下，冬大麦主茎仅发生1～4个分蘖，成穗1～2个；春大麦仅1个左右分蘖，成穗0.2～0.5个 凡冬前早发生的分蘖蘖位低，叶片数多，具有独立根系，成穗率高，穗大粒重；春季晚发生的分蘖则相反 一般冬性品种或二棱大麦分蘖力强，弱冬性、春性品种或六棱大麦分蘖力较弱

不同器官间存在着同伸关系，当主茎某叶(n叶)开始伸长时，与其同时伸长的是n-2叶鞘和n-4节间，以及n-3叶腋中的腋芽及其次生根

幼穗分化开始较早，叶龄在1～2左右时生长锥开始伸长；进入二棱期后，开始分化三联小穗，每个小穗突起仅分化出一朵花；当中列小穗进入雌雄蕊分化期，顶端仍在分化苞原基，直至进入药隔期至减数分裂前后，顶端苞原基才开始萎缩退化 此时多棱大麦的侧小穗继续分化花器官，而二棱大麦的侧小穗开始退化 凡穗轴节片短者穗挺直，反之穗弯曲 四棱和二棱下垂大麦的小穗排列稀疏，颖花下垂，开颖阻力小，多开颖授粉；六棱和二棱直立大麦因小穗排列紧密，鳞片不发达，开颖阻力大，多闭颖授粉 由于花柱过短不能伸出颖外，即使开颖授粉，天然杂交率一般不到1%，故是自花授粉作物

大麦开花时要求的温度较低 早晨6～8时与午后3～5时开花为多，中上部小花先开，然后向上、向下依次开花 一朵花开放时间为20～30分钟，全穗小花经3～4日，单株各穗经7～9日开花完毕 在中国南方授粉后经7～12日籽粒达最大长度，并开始灌浆，以抽穗后20～30天灌浆速度最快，到40天左右籽粒即成熟 而在中国青藏高原地区的青稞，灌浆期长达60天左右，故其粒重较大 一般皮大麦品种种子休眠期较长，而裸大麦较短

大麦以种植在排水良好的肥沃砂壤土或粘壤土为好，宜中性略偏微碱，pH值以6～8为适宜 耐酸性、耐湿性与苗期抗寒性均比小麦弱，耐盐碱力与抗旱性则较强

中国大麦区划 大麦生育期短，具有独特的早熟性，在轮作复种中占有重要的地位，在多熟制地区，它是个早熟茬口，在高寒地区，它是个早熟保收的作物 根据大麦种植地区的生态条件、种植制度和品种类型，

将中国大麦产区分成5个区域：①长江中下游冬大麦区　为中国最大的产区，包括江苏、浙江、湖北、安徽、上海等省、市　本地区自然条件较好，栽培水平较高，播种面积约为全国的1/2，产量占2/3　其中又以江苏省的面积最大　类型以春性二棱皮大麦为主，亦有少量多棱皮大麦和裸大麦　②黄河中下游春、冬大麦混种区　包括河南、山东以及河北、山西、陕西各省的南部　本区冬季气温偏低，以越冬性较好的多棱皮大麦为多，面积约为全国的1/5　③青藏高原裸麦区　包括西藏自治区与青海省全部以及四川、云南、甘肃等省的藏族居住区　该地区因食用习惯，以种植多棱裸大麦(通称青稞)为主　二棱及多棱皮大麦很少　产量水平亦较低　④北方春大麦区　包括内蒙古、吉林、黑龙江等省(自治区)　由于啤酒工业和饲料的需要，大麦面积扩大较快　⑤华南冬大麦区　包括福建、广东、广西和台湾省(自治区)，本区种植面积很小

经济价值　籽粒含淀粉46～68%，蛋白质7～14%，脂肪2.0%，维生素和磷、钙含量也十分丰富　大麦籽粒有三种重要用途：制麦芽，用作动物饲料和人类食物

大麦制成的麦芽主要用来酿制啤酒，所以大麦籽粒必须光亮、饱满、千粒重高、壳薄，淀粉含量高而蛋白质含量低，淀粉酶活性强　1千克优质大麦可产0.7～0.8千克麦芽，制成5～6千克啤酒　麦芽还可制麦芽糖和糊精，也是生产酵母、酒精、核苷酸、乳酸钙的原料

饲用和食用大麦要求高产、粒饱、粒重、无病虫，并且蛋白质和赖氨酸含量高　大麦籽实的饲料单位比玉米低，比燕麦高，饲料价值相当于玉米的95%　适口性稍差，但是蛋白质含量尤其是可消化蛋白质含量较高，赖氨酸和缬氨酸等也高于玉米，有利于消化吸收　用以喂猪可使其脂肪硬度大、瘦肉多、肉质好　闻名于世的中国"金华火腿"，就喂饲较高比例的大麦籽粒，故在配合饲料工业中，具有重要意义　皮大麦多用作喂家畜，裸大麦宜作家禽饲料　野生或人工栽培的一年生或多年生大麦草，具有耐低温、生长快、分蘖多和茎叶繁茂等高产优质特点，是经济价值很高的优良牧草

大麦食用时，一般是将其碾磨成麦粉、麦渣或麦片，作粥饭或米团　藏族人民食用的"糌粑"，就是青稞炒熟以后磨成粉，拌以酥油茶制成的面团　欧美各国也有制成麦片、珍珠米或大麦粉供食用

大麦还可制麦曲、糖饴、酱油、味精、浓酱　点心、糖果、麦乳精等　在医药上麦芽可入药，具有健胃和消食作用，焦大麦具有清暑祛湿、解渴生津作用　国防工业上还用大麦提取重水　大麦茎秆柔软有光泽，可编织草帽、草席和各种工艺品，也可用作家畜褥草和燃料

参考书目

Bringgs, D.E., *Barley*, Chapman and Hall, London, 1978.

（叶信璋　黄志仁）

大麦病害（barley diseases）　大麦在生长发育过程中受到病原生物的侵害或不良环境因素的影响，导致功能破坏或受到影响，造成减产或降低品质的现象

全世界大麦病害约有29种，平均每年减产约占大麦总产的13.5%　中国发生的有26种，按病原生物和在生产中的重要性分类：病毒病害有大麦黄花叶病(barley yellow mosaic virus)、条纹花叶病(barley stripe mosaic virus)、黄矮病(barley yellow dwarf virus)和黄条花叶病(barley yellow stripe mosaic virus)　其中前二种是重要病害；黄矮病主要在西北地区发生，黄条花叶病只在西藏地区发生　真菌病害种类最多，发生比较普遍或严重的有大麦条纹病 *Pyrenophora graminea* 或 *Helminthosporium gramineum*、大麦赤霉病 *Gibberella zeae* 或 *Fusarium graminearum*、大麦白粉病 *Erysiphe graminis* f. ssp. *hordei*、大麦纹枯病 *Rhizoctonia cerealis*、大麦云纹病 *Rhynchosporium secalis*、大麦网斑病 *Pyrenophora teres* 或 *Helminthosporium teres*、大麦散黑穗病 *Ustilago nuda*、大麦坚黑穗病 *U. hordei* 和大麦叶锈病 *Puccinia hordei* 等　此外，大麦根腐病 *Cochliobolus sativus* 在东北麦区发生；大麦全蚀病 *Gaeumannomyces graminis* 只在浙江省少数麦区发生；大麦霜霉病 *Sclerophthora macrospora* 主要发生在长江中下游冬大麦区；大麦黑霉病 *Mycosphaerella tulasnei* 与大麦斑点病 *Phoma sorghiha* 只在甘肃省河西走廊发生　细菌病害已报道的只有在浙江省少数麦区发生的大麦黑节病 *Bacterium striafaciens*。

大麦黄花叶病主要发生在日本、泰国和中国，是中国长江中下游地区影响大麦产量和质量最重要的病害之一，这一地区普遍栽培的二棱大麦早熟3号品种，因此病减产一般在10～30%，严重的可达50%以上　典型症状是麦株矮化，株型松散，分蘖减少，嫩叶呈明显黄色条纹和斑驳花叶，严重的后期全株黄化枯死　病毒借土壤中的一种低等真菌禾谷多粘霉 *Polymyxa graminis* 作媒介传病，试验证明敌克松药剂可以抑制禾谷多粘菌的活动，减轻发病　中国多棱大麦品种中有黄花叶病抗源，如木石港3号；二棱大麦品种萎缩不知、81-66、85-10、浙大1号、80-93、小将大麦、沪麦6号等也比较抗病或耐病　实行以选用抗、耐病品种为主，配合水稻、小麦、绿肥、油菜同大麦轮作，适当推迟大麦播种期以及增施基肥，加强肥水管理，促壮苗早发和防止渍害等综合防治措施，可以控制危害

大麦条纹花叶病在世界上分布普遍，严重时产量损失达60%。中国主要发生在江苏、浙江、新疆等省（自治区）以及北京、上海地区的二棱型品种上。典型症状是全株表现系统侵染型的条纹花叶，病株略矮缩，分蘖明显增加，嫩叶有白色或褪绿条点，后期老叶有与叶脉平行的坏死条纹，极似真菌病害——大麦条纹病。主要由种子带毒传病，中国从丹麦、捷克斯洛伐克、法国、加拿大、墨西哥等国家引进的大麦品种均带有大麦条纹花叶病毒。加强植物检疫防止引进带毒大麦种子和控制其在国内扩散是防治本病的主要途径。

大麦赤霉病主要发生在穗期，危害麦穗，在中国冬、春大麦区均有发生，尤以长江中下游最重。赤霉病不仅影响产量和品质，而且由于病粒中含有脱氧雪腐镰刀菌醇、赤霉烯酮与T-2等毒素，人畜食后会引起中毒或影响生殖力；在酿制啤酒时也影响啤酒酵母的生长，降低啤酒质量。典型症状是在小穗基部和颖壳合缝处产生粉红色胶质霉层，后期生蓝黑色颗粒状物。严重的全穗被害或穗颈折断。当穗轴或茎节被害时，输导组织遭到破坏，养分水分输送受阻，上部枯死，形成白穗。大麦品种间感病程度有明显差异，多棱型大麦品种多数比较感病，二棱型品种"早熟3号"发病则较轻。选用抗、耐病品种是防治大麦赤霉病的主要途径。在始花期用多菌灵可湿性粉剂喷雾1～2次，能有效地控制穗期赤霉病。在长江中下游麦区，春季加强排水防渍工作，也能抑制赤霉病流行。

大麦白粉病是中国冬、春大麦产区生长期间比较重要的病害之一。是一种表面寄生和专性寄生病害，可危害植株各部位。感病以后，叶片的叶绿素含量减少，光合效能降低，呼吸作用增强，蒸腾强度增加，生长发育受阻，千粒重比健株一般减少10～30%，因而减产。典型症状是在病部表面覆盖有许多椭圆形白粉状霉斑，后期病斑中生有许多黑色小粒点。大麦白粉病菌只为害大麦，品种之间有不同的生理专化性，故抗病性差异十分显著。选用抗病品种是防治大麦白粉病最有效的途径。种子用粉锈宁药剂处理以及生长中后期用粉锈宁可湿性粉剂喷雾1～2次，保护上部3～4片功能叶，也可有效地控制白粉病流行。控制肥水管理，防止密度过大，过早封垄，也可抑制病害发展。

大麦纹枯病在中国大麦各生产地区均有发生，尤以长江中下游麦区较为严重。它危害麦株基部叶鞘和茎，但也可蔓延到上部的叶片和茎秆，严重时造成茎秆折断或倒伏。最常见的症状是在分蘖拔节期基部叶鞘产生褐色梭形病斑，中央轻度纵裂；有的病斑云纹状，边缘浅褐色，中央灰色，形成花秆。病菌主要借土壤和病株残体传病，菌核可在土壤中渡过不良环境，成为第二年发病的来源。由于水稻、小麦、玉米、大豆的纹枯病菌和棉花立枯病菌也能为害大麦，所以不宜和这些作物连作。选用抗病品种，辅以药剂防治和生物防治是综合防治纹枯病的主要途径。

大麦条纹病在中国长江流域麦区发生普遍，重病年减产可达20～30%。典型症状是在分蘖期从叶片基部到叶尖形成与叶脉平行黄绿相间的条纹，后期条纹边缘变为褐色，表面生有大量黑色霉层，最后病叶破裂干枯。重病株比健株矮小，多不能抽穗或长成包颈穗，籽粒瘪缩。病菌主要在种子内越冬，侵入芽鞘后，引起全株性感染，是一种系统侵染型病害。种子处理是防治条纹病的有效方法，8月下旬或9月上旬用石灰水浸种，或播种前用硫酸亚铁液浸种，连续1～2年，即可奏效。

大麦云纹病在世界各国大麦产区均有发生，中国各冬、春大麦区发生都较普遍，重的发病率可达50%左右。主要为害叶片与叶鞘；典型症状是在分蘖期间叶片上呈椭圆形的水渍状青褐色病斑，边缘褐色，后期病斑愈合成明显的云纹状斑，边缘深褐色，中央淡褐色或灰白色。天气潮湿时病斑上有灰色霉状物，即大麦云纹病菌的分生孢子，严重时叶片枯死。由于病菌的孢子可以借风雨传播飞散，引起多次再侵染，并扩散到较远的地方。喷撒多菌灵可湿性粉剂可以控制病害的流行。

大麦网斑病也是大麦产区常见的一种真菌病害，中国尤以长江流域发生普遍。它只危害叶片，典型症状是叶片上形成浅褐色病斑，有深褐色纵横网纹，有时病斑愈合成较大长条状。大麦网斑病也是借种子传播的病害，但是由于网斑病菌的孢子在生长期中可借风雨多次传播引起病害扩散，所以除进行种子处理外，在生长中后期还要根据病情喷洒多菌灵药液，才能控制病害流行。

大麦散黑穗病和坚黑穗病在中国冬、春大麦区比较常见，主要危害麦穗，直接造成减产。大麦散黑穗病病穗上的黑粉容易飞散，而大麦坚黑穗病病穗外包有一层灰白色粘性薄膜，不易破裂，黑粉不易飞散。二者都是通过带菌种子传病，所以石灰水浸种就能有效地防治黑穗病。（李清铣）

大麦属分类（classification of *Hordeum* species） 按性状和亲缘关系把大麦属（*Hordeum* L.）的植物划分为不同的类群，并依其演化序列排列成系统。此属植物约30余种，分布于温带、暖温带和亚热带的高山地区。

在18世纪，大麦属下只有种和变种的记载，还没有亚属、组等的划分。林奈在其《植物种志》一书中列举了6个种、2个变种。到19世纪，有些分类学家根据主要特征的类同在属下分组。如安得生（Andersson）1852年启用Cerealia和Campestria两个组名。1875年G. 边沁（Bentham）和J.D.虎克（Hooker）在其《植物属志》中引用三个组名：①大麦组Zeocrithon

Beauv;②双穗草组Erithopsis-Crithopsis Jaub.;③三柄麦组 Cuviera Köel. 这些分类系统，在形态上基本依据小穗结构，在习性上分为一年生和多年生，同时注意其生产应用价值，是栽培种还是野生种。

20世纪以来，大麦属的研究逐步深入到茎、叶和颖果的形态，胚的解剖形态，淀粉粒结构及染色体倍性等方面，分类系统也日趋完善。

1934年R. Y. 罗西维茨(Roshevits)在《苏联植物志》中把苏联的大麦属分为三个组：

①直刺颖组 Stenostachys Nevski 包括*H. boreale*和短芒大麦草(*H. brevisubulatum*)等6个种。

②异颖组 Hordeastrum Döell 包括球茎大麦(*H. bulbosum*)、兔唇大麦(*H. leporinum*)等3个种。

③禾谷组 Crithe Döell 包括野大麦(*H. spontaneum*)、普通大麦(*H. vulgare*)等3个种。

1976年N. N. 茨维列夫(Tzvelev)在《苏联禾草》中把苏联的大麦属分为二个亚属，亚属下分组，组下分种和变种，形成了一个比较完整的分类系统。

1．异颖亚属 *Hordeastrum* (Döell) Rouy

①直刺颖组 Stenostachys Nevski 包含短芒大麦草 *H. brevisubulatum* (Trill.) Link 等6个种、3个亚种。

② 球茎组 Bulbohordeum Nevski 包含球茎大麦(*H. bulbosum* L.) 1个种

③毛穗组 Trichostachys Dum. 包含灰毛大麦(*H. murinum* L.)等2个种、3个亚种

2．禾谷亚属 *Hordeum* Trofin 包含普通大麦(*H. vulgare* L.)和野大麦(*H. spontaneum* C. Koch)等4个种。

1985年D. C. 拉斯姆森(Rasmusson)在《大麦》一书中把大麦属分为4个组、28个种：

①禾谷组 Hordeum 包括普通大麦(*H. vulgare* L.)、球茎大麦(*H. bulbosum* L.) 和路旁大麦(*H. murinum* L.) 3个种、5个亚种

中国现有大麦属的分种检索表(1987年)

1. 多年生。
  2. 秆的基部不具球茎，三联小穗的颖同型，下部不扩展。
    3. 颖细长弯软，长4.5～6.5厘米，长过小花的10倍 …… **1. 芒颖大麦草 *H. jubatum* L.**
    3. 颖短硬直伸，与小花近等长或长过小花1～2倍。
      4. 颖通常稍长于中间小花的外稃，外稃的芒与稃体略等长。
        5. 穗常呈灰绿色：中间外稃长6～7毫米，芒长6～7毫米，背部密生细刺毛；花药长2～3毫米；秆节上被灰白茸毛 …… **2. 布顿大麦草 *H. bogdanii* Wilensky**
        5. 穗常呈紫色：中间外稃长约5毫米，芒长4～5毫米，背部平滑无毛；花药长1～1.5毫米；秆节上无毛 …… **3. 紫野大麦 *H. violaceum* Boiss. et Huet**
      4. 颖通常短于中间小花的外稃；外稃的芒短于稃体；花药长约3毫米。
        6. 中间小花外稃长5～6毫米，背部无毛或被细刺毛，芒长1～2毫米；颖短于外稃 …… **4. 短芒大麦草 *H. brevisubulatum* (Trin.) Link**
        6. 中间小花外稃长约5毫米，背部具细刺毛，芒长2～3毫米；颖与外稃等长或稍长出 …… **5. 糙稃大麦草 *H. turkestanicum* Nevski**
  2. 秆基部具直径1～1.5毫米的球茎；三联小穗的颖异型，中间者的颖均为披针形，两侧小穗的颖上方为披针形，下方为锥刺形 …… **6. 球茎大麦 *H. bulbosum* L.**

1. 一年生。
  7. 三联小穗两侧者具柄，不育或可育。
    8. 三联小穗皆可育，侧小穗外稃具长约数厘米的芒 …… **7. 野生瓶形大麦 *H. lagunculiforme* Bakht.**
    8. 三联小穗两侧者不育，侧小穗外稃无芒或仅具长2～3毫米的芒尖。
      9. 穗轴于成熟时逐节断落，为农田杂草。
        10. 侧生小穗外稃顶端无芒。
          11. 侧生小穗外稃顶端钝圆形 …… **8a. 钝稃野大麦 *H. spontaneum* C. Koch. var. *spontaneum***
          11. 侧生小穗外稃顶端尖三角形 …… **8b. 尖稃野大麦 *H. spontaneum* var. *ischnatherum* (Coss.) Thell.**
        10. 侧生小穗外稃顶具短芒尖 …… **8c. 芒稃野大麦 *H. spontaneum* var. *proskowetzii* Nabel.**
      9. 穗轴于成熟时坚韧不断，为栽培作物 …… **9. 栽培二棱大麦 *H. distichon* L.**
  7. 三联小穗全无柄，皆可育。
    12. 穗轴于成熟时逐节断落 …… **10. 野生六棱大麦 *H. agriocrithon* Aberg.**
    12. 穗轴于成熟时坚韧不断。
      13. 颖果成熟时粘着于稃体，不脱出 …… **11a. 普通大麦 *H. vulgare* L. var. *vulgare***
      13. 颖果成熟时脱离稃体，不粘着。
        14. 外稃具1直伸长芒 …… **11b. 青稞 var. *nudum* Hook.t.**
        14. 外稃顶具3个裂片，两侧裂片顶部具短芒或无芒 …… **11c. 藏青稞 var. *trifurcatum* (Schlecht.) Alet.**

②Anisolepis组　包括智利大麦（*H. chilense* Roem. & Schult.）、*H. stenostachys* Godr.、*H. flexuosum* Steud.、*H. muticum* Presl.、*H. cordobense* Bothm. et al.、*H. euclaston* Steud.、*H. intercedens* Nevski和*H. pusillum* Nutt. 等8个种。

③弯软颖组 Critesion　包括芒颖大麦草（*H. jubatum* L.）、*H. comosum* Presl.、*H. pubiflorum* Hook. f.、*H. lechleri* (Steud.) Schenck、*H. procerum* Nevski 和*H. arizonicum* Covas & Stebbins 6个种。

④直刺颖组 Stenostachys　包括短芒大麦草（*H. brevisubulatum* (Trin.) Link）、布顿大麦草（*H. bogdani* Wil.）、小药大麦草（*H. roshevitzii* Bowden）、*H. secalinum* Schreb.、*H. marinum* Huds.、*H. brachyantherum* Nevski s.l. 和*H. mustersii* Nicora等11个种、7个亚种。

1987年郭本兆按照生长习性（一年生或多年生）、球茎的有无、颖的形态、芒的长短和形状、三联小穗柄的有无和育性以及籽粒的皮裸等特征、特性，把原产中国和引入中国的大麦分为11个种、6个变种。其中栽培大麦有两个种，即栽培**二棱大麦**和**普通大麦**（*H. vulgare* L.），它们都是一年生的二倍体种，染色体数2n＝2x＝14；其余9个种均是野生、半野生大麦，多年生或一年生，染色体数2n＝14、28，因不同的种而异，有些种如球茎大麦有二倍体种和四倍体种。详见上页表。　（郭本兆）

大麦芽　见**啤酒大麦**。

大麦育种（barley breeding）　采用**引种**、系统选择、人工杂交和理化诱变等方法选育大麦新品种。

简史　大麦品种改良工作开始于18世纪末，早期以系统选育和引种为主，进而采用有性杂交、理化诱变和应用单倍体技术，先后选育了大量的饲用和啤酒用大麦良种。

中国于20世纪30年代由**王绶**教授在南京首次进行大麦品种改良工作。1949年以后良种的选育和推广工作广泛开展，至今已育成品种约80个。50年代通过对农家品种的征集、评比，选育出一批优良的推广种，如浙江省的萧山立夏黄，江苏的尺八大麦，甘肃的肚里黄，青海的白六棱等。60年代采用**系统选种**育成了早熟丰产的多棱良种757、立新2号、木选1号、藏青336等25个品种。70年代引种国外良种早熟3号和矮秆齐获得成功，早熟、抗赤霉病的早熟3号，适于酿造啤酒，最大种植面积超过70万公顷。杂交育成的品种有浙农12、米麦114、沪麦4号等二棱皮大麦和昆仑1号等青稞新品种。80年代以**杂交育种**方法为主，选育出一批丰产、优良、耐病的良种如浙皮1号、苏啤1号、浙农大2号；耐大麦黄花叶病的沪麦6号、泾大1号、通麦5号及饲用海安大麦等在大面积上推广。

育种目标　总的目标是丰产、优质、抗病和抗逆，但在不同大麦产区，由于自然条件、病虫害种类和用途的不同，应各有侧重地确定其主要育种目标。美国的育种目标主要是丰产、抗病、抗倒和优质。在中西部地区，选育制麦芽的六棱品种，要求半矮秆、低蛋白质含量、高麦芽浸出物和抗根腐病、网斑病、秆锈病、黑穗病及黄矮病。在西南地区，高产、抗病和抗倒是饲用和食用大麦多年来的育种目标，主要病害为黄矮病、云纹病、白粉病、叶锈病和网斑病。东部和东南部地区，主要选育冬大麦品种，要求抗黄矮病、云纹病和蚜虫。加拿大的大麦育种目标同美国相似。在制麦芽大麦育种方面的一个重要进展是获得了具有高酶活性的品种。对于饲用大麦，正致力于选育高赖氨酸的品种。冬大麦的育种目标是提高抗寒性、抗倒性和抗病性，到适期收获时，籽熟而秆青，可以籽、秆兼用。

在中国，丰产、优质、抗逆和抗病是大麦育种的目标。长江中下游冬大麦区，以选育丰产、优质的二棱啤酒用大麦和多棱饲用大麦为主，要求品种耐湿性强，抗赤霉病和黄花叶病，且耐晚播而又早熟，以利于前、后茬均衡增产。黄河中下游春、冬大麦混种区，以选育越冬性好的多棱大麦为主，该区的陕南地区，抗赤霉病和黄矮病是重要的育种目标。青藏高原裸麦区，以选用多棱食用裸大麦（俗称青稞）为主，主要病害是黄矮病和黄条花叶病。北方春大麦区，以选育啤酒用、饲用多棱大麦为主，要求早熟、丰产、抗条纹病、黑穗病；东北地区还要注意抗赤霉病和根腐病的选育。

主要性状选择

产量　由单位面积上穗数、穗粒数和粒重构成，同时也受到熟期、抗倒、抗寒和抗病虫害等性状的影响。产量比较研究表明，有芒品种比无芒品种产量高，在低产条件下可增产4～5%，在高产条件下可增产10%以上，所以宜选择易脱粒的长芒类型。高产品种通常秆矮、收获指数高且有效分蘖多。为提高收获指数，R. R. 奥斯廷（Austin，1978）认为可把减少呼吸强度、提高光合效率、提早开花期、延长籽粒灌浆期作为育种目标。二棱型品种丰产性的选择应注重多穗性和粒重，而多棱型品种则以穗粒数多、粒大取胜。适应性也是评估产量潜力的重要内容。

抗倒伏性　要求矮秆、强秆和发育良好的根系。叶片长相、成熟时穗下垂特性也与倒伏性有一定关系。现已鉴定出4个具加性效应的半矮秆基因。Minn66-102（X-射线诱变）和OR-SS-2各具一对隐性半矮秆基因，对赤霉酸敏感；Indian Dwarf（印度矮秆）、XV 2334-6 R（X-射线诱变）和Apam Dwarf（墨西

哥小麦玉米改良中心收集）各有2对隐性半矮秆基因，对赤霉酸不敏感。它们主要是通过缩短茎基部和中部节间长度而降低株高的。但是，抗倒的半矮秆品种有时在产量、熟期和抗病等性状上不如正常株高的品种，所以在后代选择时，要注意把矮秆抗倒和优良农艺性状结合起来。

抗寒性　冬大麦抗寒性一般较弱。美国1952年推广的大麦品种Kearney和Dicktoo至今仍然是最抗寒的品种。除遗传因素外，环境条件如最低温度及其延续日期，土壤湿度和雪层厚薄，冻融交替以及病害等对抗寒性的选择都有影响，所以在有冻害威胁的不同地点设置冻害鉴定圃有重要意义。在实验室里对经过低温锻炼的幼苗进行人工冷冻处理可补充田间试验的某些不足。不同来源的抗寒品种具有不同的抗寒基因。在含有一定抗寒基因的混交群体中，自然选择只能在早期世代使抗寒性有所提高，以后就趋于停滞状态。这是育种群体缺少基因变异的结果。理化诱变和从外源种质导入抗寒基因可丰富其遗传基础，70年代以来这些方面的工作已取得一些进展。

脱粒性　包括籽粒从穗轴上脱离和芒从籽粒上脱离的难易。六棱大麦脱粒较难，穗轴易折断而附着在籽粒上；二棱大麦脱粒较易，穗轴完整不断。芒的易碎性也因地点、土壤类型、季节和品种而异，一般认为与芒的灰分含量有关。评价脱粒性是以附着有芒和花序穗轴超过3毫米的籽粒所占的比率来表示的。

抗逆性　包括对干旱、盐、酸和铝害的抗性。大麦一般比其它小谷类作物耐干旱和盐碱，但在酸性土壤中则对铝害较敏感。早熟能躲避生育后期干旱的危胁。某些形态特征和生理性状如分蘖能力、根系生长、叶片气孔的大小、分布、开闭节奏、植株高度、籽粒饱满度、收获指数以及细胞耐脱水能力、脯氨酸累积等都与耐旱性有关，抗旱品种就是从这些性状的有利组合中获得的。然而，抗旱性最可靠的选择方法是在田间干旱条件下比较产量的高低。

干旱和半干旱地区，土壤中盐分含量往往偏高，限制了作物对水分的吸收，引起某些离子的贫缺和过量，从而影响正常生长发育。已知大麦品种间对土壤盐分反应有较大差异，通过在盐溶液中进行发芽试验，将存活的麦苗移植到抗盐圃种植，生育期间用含盐的水或稀释的海水灌溉，成熟时测定产量并与对照处理相比较，可对大量材料进行耐盐性筛选。

铝害主要是限制作物根系的发育，进而影响到其他性状的表现。大麦品种的抗铝害能力是遗传的，可在含铝离子的土壤和营养液培养中进行筛选。国际玉米小麦改良中心采用根长2～3厘米的发芽种子放在有筛孔的架上，将根部浸泡在含有一定Al^{+++}浓度的溶液中，十几小时后取出，洗净，移入含有苏木精的染液中几分钟，使根尖细胞着色，做为老根的标志，然后将试样放在不同浓度的Al^{+++}溶液中观察其新根生长情况，以长度为主要指标，评价供试样品的耐铝害能力。淘汰其中敏感的，将具抵抗力的材料移栽小盆中继续观察其生育状况。收获的种子少部分供重复测验，大部分送到有铝害的地区进行田间鉴定。此法虽用于小麦，也适用于大麦。

籽粒品质　因大麦籽粒的用途不同而异。啤酒用大麦要求淀粉含量高，蛋白质含量低，花青素含量无或少，浸出率高及淀粉酶活性强。食用和饲用大麦则要求有较高的蛋白质和赖氨酸含量，优良的脱粒性能保证好的适口性。瑞典的Hiproly和丹麦的Risφ 1508是高赖氨酸含量的大麦种质，但它们的千粒重和产量均低于一般品种。据研究，Hiproly的高赖氨酸特性是由第7染色体上的一个主效基因及一些微效基因所控制的。用它们作亲本，已选育出一些蛋白质和赖氨酸含量显着增加的新品系用于生产。

育种方法　绝大多数大麦新品种是通过品种间杂交选育而得的，一般在F_2代采用系谱法对遗传力高的性状进行有效选择，再通过改良系谱法，即在F_3～F_5代进行派生系统产量测定，然后优中选优，把矮秆、抗病、早熟等主要目标性状和产量构成因素结合起来，可提高育种效率。回交育种对于导入由1～2个主基因控制的目标性状是有效的，许多大麦品种如Atlas 68、CM72、Erbet、Shabct等就是采用此法育成的。美国、加拿大利用欧洲的无花青素大麦作亲本，通过回交法来改良本国品种酿造啤酒的品质。

混合杂交　是在混合选择方法的基础上发展起来的。是有目的地把许多单交或复交混合成为一个大的复合杂交群体，使其含有尽可能多的遗传异质性，通过群体内的雄性不育基因促进性状重组，并在不同环境条件下经受自然选择作用，以聚合或强化某些目标性状，做为长期育种计划的基础材料。美国有一个命名为保罗·布尼安（Paul Bunyan）的大麦混合杂交群体就是以1～3个具雄性不育基因的品种作母本，用引自世界各地的6 200种质材料作父本进行混合杂交组成的。这类混合杂交群体已有30多个，其中混合杂交CCXXXIV正被用于选育耐酸、抗铝害的大麦品种。此法又称之为利用雄性不育促进轮回选择法，简称MSFRS，是改进大麦种质的农艺性状、抗病虫、抗逆性和改良麦芽品质的有效途径。

诱变育种　大麦是二倍体，基因突变的遗传效应容易表达，所以诱变育种易见成效。有些突变体已直接用于生产，有些被利用作杂交育种的亲本。江苏的盐辐矮早3号是中国大麦品种种植面积最大的一个。

容易引起突变的性状有矮秆、早熟、抗病和籽粒的化学组成。例如从挪威品种Jotun诱变选择出的半矮秆突变体在矮化育种中起了很好作用。美国大麦品种Kombar、Kombyne、Gus和Columbia都含有Jotun

的血统。美国用硫酸二乙酯(diethy sulfate)处理冬大麦品种Alpine，诱导产生的半矮秆突变体Luther已被结合到冬大麦新品种Boyer、Hesk和Mal中去。瑞士的Mari，日本的Amagi Nijol和保加利亚的Markelis都是早熟突变品种。诱变处理亦已分离出高蛋白质、高赖氨酸含量的突变体，如Risϕ1508等已广泛应用于提高大麦营养品质的育种计划。西欧、北美洲都在利用无花青素突变体，把这个性状转移到商品用大麦品种上，以保持酿造啤酒的化学稳定性。联邦德国已在Minerva品种中诱导出一个粘滞度低和β-葡萄糖低的单隐性突变体M-737，其胚乳细胞壁较薄，对提高大麦的制麦芽品质和营养品质都有潜在价值。此外，细胞和组织培养也是诱发突变体的一个新的、有效的途径。

单倍体育种　在普通大麦(x=7)和球茎大麦(x=7)种间杂交的杂种胚发育过程中，球茎大麦染色体逐渐消失，因而产生普通大麦单倍体。此法已被广泛应用于单倍体育种，一般诱导频率为5～10%，高的可达23%。加拿大的Mingo（1979年）和Rodeo（1983年），在新西兰推广的Gwylan品种等都是通过单倍体育种选育的。用花药培养和胚珠培养产生大麦单倍体的方法只适用于某些遗传型，且白化苗频率高，尚不能高频率地产生有价值的单倍体。1980年，A. 哈格伯格(Hagberg)和 G. 哈格伯格(Hagberg)在大麦上发现了一个单倍体诱导基因hap，并开始向农艺性状优良的品种中导入，这将大大促进单倍体育种的发展，因为它不需要离体培养。

诱导单倍体的工作一般在F_1～F_3代进行。当目标性状间没有连锁遗传时，各世代期望性状组合的频率是相似的，如有连锁，则F_2代的重组频率最高，其次是F_3和F_1。所以，当基因连锁和上位性效应占重要地位时，在F_2代诱导单倍体是最适宜的。

B. 格里芬(Griffing，1975)证明，在限制群体大小的条件下，单倍体方法也是评价和开发轮回选择群体的一个有价值的工具。

杂种大麦　杂种大麦的产量与高产亲本比较变动在－26%～＋47%。如果组合筛选得当，制种问题获得解决，杂种大麦还是有潜力的。但是，杂种大麦植株上所生产的籽粒，其胚乳实际上是F_2代，其品质性状已在分离。因此杂种大麦的双亲应有较好的发麦芽品质和酿造品质，才能保证产品的质量。这对杂种优势利用又增加了新的限制因素。

自1965年R. T. 拉梅奇(Ramage)首先提出利用平衡三级**三体**(balanced tertiary trisomic system)机制生产杂种大麦的母本问题以后，美国农业部和亚利桑那州农业试验站几经实验和修订，于1968年发放了第一个杂交大麦组合Hembar的亲本，1969年就开始投入生产。所谓平衡三级三体是在大麦正常染色体数上增加一条易位的非同源染色体的材料(2n+1)。这个附加染色体必须携带一个与易位点十分靠近的显性的雄性可育基因，而与其相对应的两个正常染色体则携带有一对隐性雄性不育基因。平衡是指其遗传行为，既能在当代起授粉作用又能在下一代产生雄性不育植株。因为平衡三级三体产生两种花粉：一种是不带附加染色体的正常花粉，在自交授粉后，产生纯合的雄性不育植株，可用作母本来生产杂交大麦种子。另一种是具有附加染色体的花粉，往往没有生活力或生活力很弱。在稀播情况下，平衡三级三体自交后大约产生30%三体和70%**二体**(不育)。由于三体植株生活力差，竞争不过正常的二体，在密植条件下几乎全部夭折，剩下的都是二体的雄性不育株，可用于制种。在繁殖三体时只须稀播而后通过间苗把二体植株拔掉。三体和二体植株在幼苗叶片形态上有明显差异容易识别。美国曾有几家种子公司应用平衡三级三体系统生产过杂种大麦组合。但经过一段实践后，由于杂种大麦生产田中仍存有少量的雄性不育株，不育穗上有麦角病为害，以及杂种大麦秆弱易倒等原因，限制了杂种优势的充分表现，因而未能继续发展下去。1978年H.Ahokas报道来自以色列的野生大麦*H. vulgare* spp.*spontaneum* 可为普通大麦提供雄性不育细胞质，并找到了相应的育性恢复基因。这个细胞质在芬兰和美国北部的各种环境条件下，能获得完全雄性不育或基本上完全雄性不育，其育性恢复率已达90～95%。此外，用化学杀雄剂诱导大麦雄性不育也获得成功。

（黄培忠　陈　孝）

大麦栽培(barley culture)　按照**大麦**生长发育特性及其对环境条件的要求，采用的一整套适宜的生产技术措施，以达到早熟、高产、稳产、优质和低耗的目的。

整地　种植大麦最适宜的土壤是砂性壤土，要求有机质含量在1%以上，全N和速效的P、K含量高，耕层疏松深厚，理化性状良好，水、肥、气、热协调。大麦耐盐碱能力较强，适宜的土壤pH值为6～8。其耐酸性较弱，在酸性的红、黄壤地区生长不良。耐湿性也较差，在中国南方低湿地或稻作区种植时，应注意防渍、排涝。一般稻作区在割稻前10天左右开沟排水晾田，水稻收获后待墒情合适时进行耕耙或旋耕；多雨年份，可采用**少耕**或**免耕**方法，在带茬田上人工劈沟条播或撒播，切忌烂耕烂种。棉作区当棉株只剩下二三个棉铃时提前拔棉秸，随即深耕晒垡；盐碱地耕后随耙，或用**旋耕**犁浅耕，防止返碱。北方春大麦田应尽早秋耕，早春要耙耢以保墒。

播种　选用大粒种子，适当降低播种量，有利于培育壮苗和节省用种。在有散(坚)黑穗病、条纹病、网斑病的地区，用1%的石灰水浸种，或用25%多菌灵、40%的乐果乳油拌种，杀死附在种子表面或侵入内部

的病菌，可达到预防的效果；用50%的辛硫磷乳油拌种，还可兼治地下害虫

适期早播是冬大麦培育壮苗、保证安全越冬的关键措施，但过早播种，若冬前拔节易遭受冻害 春大麦以日平均气温达0～3℃、土表昼消夜冻时顶凌播种为好；冬大麦以从播种后到进入越冬期有50天左右时间，0℃以上的积温达450～520℃，使在冬前能长出5～6叶1心，形成2～3个壮蘖为好 为此，要求冬性品种在播种时日平均气温达16～18℃，弱冬性品种达14～16℃，春性品种达12～14℃为宜 冬大麦适宜播期在华北地区是从寒露到霜降，长江中下游地区从霜降到立冬前后，华南地区从立冬到小雪以至大雪 播种顺序应先播裸大麦，后播皮大麦；先播冬性、弱冬性品种，后播春性品种 强春性品种耐迟播且早熟，可作为调节播期之用

播种量按以产定穗、以穗定苗、以苗定种的原则，并考虑品种特性、分蘖力强弱、播种先后、千粒重大小和整地质量等而定 冬大麦在高肥地适期播条件下每亩基本苗为15万左右；中等地力条件下为20万～22万；晚播在25万左右；麦棉间套种在10万～12万 春大麦分蘖力弱，成穗率低，基本苗宜加大到30万～40万 播种方式有撒播、条播（行距15～25厘米）、点播，种子覆土深度2～3厘米，最深不超过5厘米

施肥 据分析，每形成100千克籽粒需纯氮2～3千克、五氧化二磷1千克，氧化钾2千克 春大麦生育期短，单株光合面积小；冬大麦出叶、分蘖快，幼穗分化早，苗期发根力强，吸肥迅速，从出苗到分蘖吸收的氮、钾约占总吸收量的50%，磷占35%，到抽穗已吸足全量2/3以上 因此，无论冬大麦或春大麦促进壮苗早发是增产的关键 冬大麦施肥原则是前促、中稳、后补，即前期重施肥促苗早发，以壮苗越冬攻穗数；中期掌握平稳生长争大穗；后期看苗补肥争粒重 而春大麦则以促为主。一般中等生产水平，基、种肥一次重施，亩施含氮量达0.3%的有机肥1500千克左右，标准化肥（指硫酸铵）10千克左右，过磷酸钙20～25千克，氯化钾7.5千克混合作种肥，用旋耕犁浅耕入土，后耙平 基、种肥以占总施肥量的80～90% 苗期达1叶1心时施平衡肥，亩用标准化肥10千克左右 越冬期间视麦苗生长状况与施肥水平酌情施腊肥，冬大麦从拔节孕穗到抽穗的时间比小麦短，此时生长快，易因脱肥、病害及其他生理原因造成叶片黄化，可在倒2～倒3叶出现，基部第一节间定长，叶片开始正常褪淡时施用拔节孕穗肥，亩施标准化肥7.5千克左右 当旗叶出现前夕，幼穗正处于减数分裂期时，看苗巧施旗叶肥，有利于减轻根叶早衰和加速灌浆进程

需水特性及灌排 大麦较能适应大气干旱或干而热的气候，生长期间适宜降水量为225～275毫米，每形成1千克干物质需水310～354千克 冬大麦生育前期或冬前耗水较少，返青到拔节期渐增，从拔节到抽穗随着各种器官的快速生长，到孕穗期干物质积累量达最高峰，需水也最多，抽穗到灌浆成熟要求少雨而晴朗的天气 春大麦一生中需水也是由少到多再到少，经历生育时间短，总耗水量较少

在北方干旱麦区或遇到久旱不雨时，宜及时灌水 大麦一生中灌水1～3次为宜 在低洼地或南方麦区则应注意开沟排水

田间管理 齐苗后疏密补稀，对晚茬（播）麦与弱苗宜早施偏肥，促进冬发与均衡生长 由于大麦分蘖力较强，而茎秆又较纤弱易倒伏，对旺苗应采取中耕、培土、镇压等控蘖促根的措施 大麦耐湿性差，尤其在南方麦区要注意清沟理墒，及时排水，防止渍害 倒伏会影响籽粒灌浆，导致粒重与品质下降 在选用矮秆耐肥抗倒品种的前提下，栽培上适当加宽行距和降低播种量，培育健壮个体，越冬到返青前控制肥水，进行镇压和深中耕，以及拔节初期进行壅根培土等措施，均有助于增强抗倒伏的能力

收获 大麦穗轴脆硬易断，有的品种易穗发芽，应适期收获 食用和饲用大麦宜于蜡熟末期收获，留种田可延后1～2天，以提高成熟度和发芽率 酿造用大麦宜在完熟期收，此时籽粒蛋白质含量稍低，有利于提高啤酒品质 兼收茎秆供编织用的适当提前6～7天收，以保持茎秆光泽和韧度 作青刈饲料宜在抽穗期收，供青贮料宜在乳、蜡熟期收 （叶信坤）

大麦种质资源（barley germplasm resources） 用作传递大麦种质的植物材料，包括大麦属的多年生大麦草、一年生半野生大麦、栽培大麦、非整倍体和多倍体等

世界各国对大麦种质资源的收集和研究十分重视 根据国际植物资源委员会1982年出版的大麦种质专刊报道：世界上已有巴西农牧业调查组织局，加拿大植物遗传资源研究所，民主德国遗传和栽培研究中心，瑞典北欧种质库，叙利亚干旱地区农业研究中心，苏联全苏瓦维洛夫作物栽培研究所，英国植物育种研究所，美国贝茨维尔农业研究中心和美国农业部国家种子实验室等9个大麦种质库，收集、保存的大麦种质资源数（包括重复）超过1万份

中国大麦种质资源的收集、保存工作开始于50年代中期，截止到80年代初，共收集到大麦种质资源约13000份 来源最多的是西藏自治区，其次为江苏、浙江、河南、山东、陕西、青海、甘肃、云南等省 根据已编入中国大麦品种目录（国内部分）的5200份资源分析，其中裸大麦2616份，皮大麦2521份，一年生半野生大麦63份 从棱形看，皮大麦中二棱品种占7.94%，四棱品种占65.52%，六棱品种占26.54%；裸大麦中二棱品种占1.15%，四棱品种占67.28%，六棱



品种占31.57%，多棱品种占绝对多数。在中国南方冬大麦区，随着啤酒工业的发展和对抗赤霉病品种的需求，日益由裸大麦转为皮大麦，由多棱大麦转向二棱大麦。

中国各地区都有大麦分布，在4 750米的高寒地区也有栽培。经长期的自然选择和人工选择，形成了丰富多样的大麦种质资源。据统计中国大麦的变种类型有200多种，在青藏高原发现的半野生大麦，不仅是研究大麦起源和进化的活化石，也是大麦遗传研究和育种的珍贵原始材料。早熟性是中国大麦品种的突出特点之一，在无霜期仅有10天或无绝对无霜期的高寒地区种植青稞也能成熟，表现了强的耐低温能力，如品种"祝久玛"生长在4 000多米的高原上生育期仅70多天。长江中下游的多熟制地区，形成了一批耐迟播、早熟的地方品种"三月黄"、"立夏黄"等。从春化特性看，春性品种占58.4%，半冬性占28.1%，冬性占13.5%。据高桥(1964)、徐廷文(1982)报道，中国大麦的春、冬性是单基因显性遗传，为sh基因型有别于中东或欧洲的基因型。

中国大麦品种亦具有一些特殊的适应性，如耐盐碱，耐瘠薄力强的海安紫尺八、东台紫穗大麦；抗黄花叶病的木石港3号等。

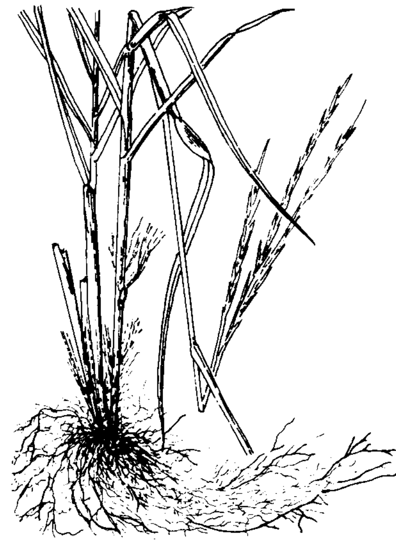
70年代以来，中国利用丰富的种质资源育成了一批性状较好的大麦品种。如盐辐矮早3、浙皮1号、丹麦1号、沪麦4号、沪麦6号、泾大1号等新品种及浙农号、通麦号、昆仑号、村农号、高原号、喜马拉雅号、甘孜号、川农号等系列品种已用于生产。

（陆　炜）

大米草 (rice grass or English cordgrass)　禾本科米草属的一个种，学名 *Spartina anglica* C. E. Hubb.，多年生湿生草本植物。天然杂交种。比亲本欧洲海岸米草*S. maristma* (Curtis) Fernald及美洲互花米草*S. alterniflora* Loiset的植株更高大，故名大米草。原产英国南海岸。在英、美、荷兰、联邦德国、丹麦、澳大利亚、新西兰都有栽植。中国的海滩上均已引种成功。

株高20～50厘米，最高的可达100厘米。根系发达，基部腋芽可长出新蘖和地下茎，蔓延生长，形成新株；茎秆坚韧；叶披针形，叶色呈浅绿色，叶背有暗绿色蜡质光泽，叶表皮细胞具大量乳状突起，水分不能透入，叶的背腹面均有盐腺，根吸收的盐分大都由此排出体外；圆锥花序(见图)；成熟种子易脱落，千粒重9克左右，随水漂流远近各处，失水即死。

耐盐、耐淹性强，能在其他植物不能生长的海滩中潮带生长。耐旱能力差，不能在海潮不到的高滩或长期淹水的低滩长期生存。结实率低，通常以分株繁殖，移植时应选海滩潮间带种植，将植株连根和地下


大　米　草

茎挖出，每5～10株为一丛，按株行距1～2米或更稀距离穴植，深6～10厘米。一般在小潮汛转大潮汛时(农历每月十一、十二日或二十七、二十八日)移植，使其能连续淹水5天以上，以利扎根存活。一旦形成密集草丛后，即可抗较大风浪，具有促淤造陆，与海争地，消浪抗蚀，保护海堤，扩增肥源，提高海滩土壤肥力的作用。还可建立不占耕地的海滩大米草放牧场和割草场，作养畜养鱼所需的饲料。大米草草场一般每公顷年产鲜草15～30吨，高者可达37.5吨以上。再生能力强，茎叶粗硬，草质较差。海滩积水时，人畜均不易进入因而常难以利用。干草含水分1.9%，粗蛋白质9.1%，粗脂肪2.8%，粗纤维22.1%，无氮浸出物46.2%，灰分14.3%。

（梁祖铎）

大青豆 (large green soybean)　种子百粒重20克以上，种皮绿色的**大豆**。子叶为黄色，种皮呈浅绿色的称青皮豆；子叶为绿色，种皮呈深绿色的称里外青。籽粒大，色泽鲜艳，蛋白质含量一般在44%以上，脂肪含量低于18%。一般作菜用和制作罐头。长江下游地区，大青豆属夏秋大豆晚熟类型。麦收后播种，由于粒大，出苗困难，一般采用穴播，播后浇水盖灰肥，密度稍稀。初花期、生育后期加强田间管理，及时灌排，结合培土，防止倒伏。主要分布在中国的江苏、浙江、安徽、江西、福建、台湾等省，其它地区也有零星分布。东南亚各国和日本也有栽培。

（费家骍）

大青叶　见菘蓝。

大黍 (guinea grass)　禾本科黍属的一个种，

学名*Panicum maximum* Jacq.。又名坚尼草、几内亚草、天竺草。多年生牧草。原产于非洲，分布于印度、斯里兰卡、印度尼西亚、菲律宾、澳大利亚、马来西亚、新几内亚、美国南部等热带、亚热带地区。1908年由菲律宾引入中国台湾省。广东、广西、福建等地均有栽培。根系发达，有短根茎。茎直立丛生，高约1米，亦可达2～3米，茎光滑有蜡粉。叶长30～90厘米，宽1～3厘米，叶鞘具蜡粉并密生白色粗毛。圆锥花序直立散开，长25～40厘米（见图），小穗成熟后脱落，收种困难。每千克种子176万～310万粒。喜热带潮湿气候和季风气候。适于年平均温度18～23℃、最低月平均温度5～14℃的地区种植。耐旱、耐酸，稍耐荫，但不耐寒，零下2.2℃受害，零下7.8℃冻死。作为青割饲料，宜采用分株种植，行距60～100厘米，株距30～50厘米。在生长季节，株高80～100厘米即可刈割，每隔30～45天割一次，留茬20～25厘米。推迟刈割，茎叶老化，利用率低。建立人工草地，宜用种子播种，每公顷播种量4～10千克。宜与蝴蝶豆、大翼豆、笔花豆等豆科牧草混播。一般每公顷年产干物质4～12吨，最高40～50吨。干物质含粗蛋白质4～14%，粗纤维28～36%。适口性好，宜作青饲料、晒制干草，亦可供放牧。（蒋侯明）


大黍

《大田作物研究》（*Field Crops Research*）　国际作物科研刊物。英文，创始于1982年，主要刊登作物栽培、作物改良、生理、生态、水土管理及耕作制度等方面的研究结果。作物包括禾谷类、非禾本科淀粉类、豆类、糖料、油料、纤维类、饮料、橡胶、烟草及饲料等。为月刊，每卷4期，全年共3卷，每卷约400页，小16开本。在英国哈彭登（Harpenden）印行。（卜慕华）

大叶猪屎豆（showy crotalaria）　豆科野百合属的一个种，学名*Crotalaria assamica* Benth.，一年生草本，绿肥作物。分布在热带和亚热带地区，中国主要分布在长江以南地区。主根入土深40～50厘米，侧根多。株高150～250厘米，茎具棱，粗而直立，分枝多；多叶，叶为单叶互生，椭圆或倒披针状矩圆形，叶柄短，叶背被白色茸毛，托叶三角形；花黄色，20～30朵成总状花序，顶生和侧生在长柄上；苞片三角形，花萼五片深裂；雄蕊单体10枚，5枚球形，5枚长方形；雌蕊遍被毛茸。荚圆柱形而稍弯，长2.5～4.0厘米，每荚有种子8～20粒，种子肾形，黑褐色，有光泽，种子千粒重15～18克（见图）。喜温暖湿润气候，耐旱、耐瘠、耐酸性土壤，但不适于在粘重土壤和盐碱地上生长。适于在


大叶猪屎豆

丘陵坡地或红壤荒地上种植，由于它的茎叶繁茂，有防止水土冲刷的作用。播种期一般在5月中旬前后；播种量每公顷30～35千克，条播行距45～60厘米。种子常有硬籽，播前最好进行处理。鲜草产量30～60吨/公顷，茎叶较柔嫩，作绿肥易于腐烂分解。其干物质量19.5%，N0.59%，$P_2O_5$0.07%，K_2O0.17%。茎、叶和种子均含有毒素，不能作饲料利用。（杨运生）

大翼豆（siratro）　豆科大翼豆属的一个种，学名*Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb.或*Phaseolus atropurpureus* DC.又名暗紫菜豆。多年生草本植物。原产墨西哥。澳大利亚育成的栽培品种色拉特罗（Siratro）广布于热带和亚热带地区。1965、1974年先后引入中国广东、广西试种，已成为南方建立人工混播草地的主要豆科牧草之一。根系发达。茎匍匐蔓生，长达4米以上。三出复叶，叶面深绿色，叶背有银灰色茸毛，叶片卵圆形，长3～8厘米，宽2～5厘米，两侧小叶常具浅裂。花暗紫色，翼瓣大于旗瓣，闭花受精。荚果顶端稍弯，长约8厘米，宽5毫米，含种子约12粒，种子褐色或黑色，卵圆形，每千克约8万粒。喜热带潮湿－干旱气候和温暖湿润的亚热带气

候。适生于年平均温度19～23℃，最低月平均温度6～13℃，年降雨量800～1 600毫米的地区。最适生长的昼温27～30℃，夜温22～25℃。较耐寒，冬季气温降到零下9℃，仍有大部分植株存活。对土壤要求不严，一般在轻质土和排水良好的土壤上生长更好。耐干旱，但不耐盐。种子硬籽率40～70%，播种前宜用热水、机械或浓硫酸处理，再接种"豇豆型"根瘤菌CB756。通常与**非洲狗尾草**、**绿黍**、**盖氏虎尾草**等禾本科牧草混播。行距40～50厘米，条播，每公顷播种量2～8千克。载畜量每公顷通常为1～1.5头牛，重牧会造成混播草地退化。在澳大利亚昆士兰，大翼豆与南迪狗尾草（Nandi setaria）混种，大翼豆干物质产量可达3 000千克/公顷以上，混合产量12 000千克/公顷以上。印度分析，平均含粗蛋白质23.0%，粗纤维30.4%，无氮浸出物29.7%，钙1.42%，磷0.21%。每公顷产种子100～160千克。（蒋侯明）

代换系（substitution line） 用一个物种的**单体**或**缺体**作受体，代入另一物种（供体）的一条或一对**染色体**所获得的系统。

一个异源染色体在附加系中和代换系中的表型效应很不相同。如黑麦染色体1R附加到小麦染色体组上，长成的植株呈半矮生型和雌性不育。但当同样的1R代换了小麦的5A染色体后，则生活力正常、雌性能育。显然，代换效应常随所取代的小麦染色体而有差异。利用染色体代换，不仅能进行遗传研究，且对育种工作也是一种有效的手段。如栽培品种间染色体代换，便可直接应用于农业生产，已报道的中国春的卡尔德斯普利斯的1D、6D、7D代换系均有较高的产量。

代换系减数分裂的稳定性是其特点之一。在小麦代换系中，由于异种染色体的存在引起不配对以致偶然丢失，但它产生的具20条染色体的配子实际是缺少一条小麦染色体的缺体配子，当与具21条染色体的代换配子竞争时，缺体配子必然处于不利地位，使代换配子获得受精机会，从而保证了代换系的遗传。而在附加系中的异种染色体由于不配对丢失后，产生的却是具21条全套小麦染色体的正常配子，它们与具22条染色体的附加配子竞争，显然更具优势。所以附加系经一系列世代后势必回复为原来的小麦亲本类型，这也是附加系不稳定的原因之一。

代换系的另一个重要方面是异源染色体对所取代的染色体的补偿效应。如黑麦的2R只能代换小麦第6组群的染色体，黑麦的1R可代换小麦的1B等。然而异源染色体的补偿程度很不一致，如偃麦草对小麦3D、3A的代换系均比轮回亲本——推广小麦品种产量低，品质也差。克服代换过程中不利影响的方法，可加强选择以排除异源染色体的有害作用和发挥有利的补偿效应；或利用节段易位，除去异源染色体的不利节段，实现目的基因的有效转移。

（吴兰佩）

戴松恩（1907～1987） 作物遗传育种学家。江苏省常熟人，1907年1月6日生。1926年以优异的成绩毕业于金陵大学农业专修科，留任该校农学院农艺系助教。1928年被破格免试入金陵大学农学院作物遗传育种专业二年级学习。1931年毕业，当选为美国斐他斐（Phi Tau Phi）荣誉学会会员，并获金钥匙奖，仍留校任教。1933年赴美国康奈尔大学攻读作物遗传育种学，1936年获博士学位，当选为美国西格马赛（Sigma Xi）荣誉学会会员，并再获金钥匙奖。1937年回国，历任南京**中央农业实验所**技正，麦作系主任；湖北省农业改进所所长；中央农业实验所北平农事试验场场长。1949年后，任华北农业科学研究所研究员、副所长并兼任发育生物学系主任；1957年后，任**中国农业科学院作物育种栽培研究所**研究员、副所长，中国农业科学院副秘书长、研究生院副院长等职。



戴松恩治学严谨，在**小麦育种**和细胞**遗传**学方面有较深的造诣，他注重理论联系实际，为中国农业科学事业的发展作出了贡献。早在1937年刚刚回国就发表了"中俄美小麦品种杂交的研究"。其后主要从事小麦细胞遗传和**小麦抗赤霉病育种**的研究，发表了"小麦赤霉病的抗病性研究"一文，并亲自指导小麦抗赤霉病的鉴定工作，为中国小麦抗赤霉病的育种工作打下了基础。1938年后，一度在中央农业实验所贵阳工作站工作，其间实地考察了贵州的农业生产情况，从引进的美国**烟草**品种中选育出适合当地种植的优良**品种**，进行推广。为贵州省发展**烤烟**并建立卷烟厂奠定了基础。同期还发表了"美国杂交玉米在我国的利用问题"、"中国油菜自交影响的研究"等学术论文。1949年后，长期从事农业科技领导工作，1956年参加了周恩来总理亲自主持制定的《科学技术发展十二年远景规划》，并主持了"农业科技规划说明书"的全部定稿工作。发表过"关于我国农业和畜牧业的问题"、"试论我国作物育种研究工作的发展问题"、"充分发挥作物良种的增产作用"、"中国农业研究的方向"等文章，为中国制定农业和农业科技发展政策提供了科学依据，推动了中国种子工作的发展。1980年以后，仍主持**小麦非整倍体**的研究工作，发表了"为什么研究小麦非整倍体"、"小麦非整倍体（译文）"等文章，同时还培养了从事非整倍体研究的硕士生。1983年荣获中国农学会"从事农业科研五十周年"表彰奖。

戴松恩还积极参加社会活动，先后任中国科学院生物学部委员、农牧渔业部科学技术委员会委员、中国农学会常务理事、**中国作物学会**副理事长等。曾当选为第三届全国人民代表大会代表，民盟第四届、五届中央委员，第五届、六届全国政协委员。

（庄巧生）

单倍体育种（haploid breeding） 利用各种有效方法产生**单倍体**后，进行染色体人工或自然加倍，使植株恢复正常育性，迅速获得稳定的新品种的育种方法。单倍体是只具有配子体染色体组分的个体、组织或细胞。由这种细胞分化、生长出来的植株叫单倍体植物，此种植物不能生殖，必须使其染色体组分加倍，才能继续繁殖，获得稳定一致的后代。

诱导方法 自1921年A. D. 伯格纳（Bergner）在曼陀罗中发现单倍体植株以来，许多科学家发展了诱导单倍体植株的方法，大体可分为体内诱导和离体诱导两类。

体内诱导 从胚囊内产生单倍体。常见的途径有：①自发产生。多胚现象常能自发产生单倍体，如油菜和亚麻的双胚苗中常发现单倍体。②假受精。未受精的雌配子或细胞被雄核刺激后产生单倍体植株，如从马铃薯、苜蓿、烟草以及杨树的种间杂交获得的单倍体植株。③半受精。染色体减数的雄性与雌性配子参与胚胎发生，但没有发生核融合，由此产生具有母本和父本来源的嵌合植株，主要发现于棉花中。④雄核发育。当母本核消失或卵细胞在受精之前失活，则产生只含有雄配子一套染色体的单倍体，此种发生频率一般极低。

离体诱导 将一定发育阶段的花药（花粉）或子房通过无菌操作接种在人工培养基上诱导产生愈伤组织或胚状体，愈伤组织或胚状体在分化培养基上分化再生出小苗，移栽成活后生长成单倍体植株。影响诱导频率的主要因素有：培养基的成分、培养的方法、培养条件、供体的基因型、生理状态及小孢子和大孢子的发育时期等。

染色体消失法也是产生大、小麦单倍体的有效途径。即利用球茎大麦*Hordeum bulbosum* L. 为诱导者，取其花粉与普通大麦或小麦授粉，约两周后，将杂种幼胚置于人工培养基上进行离体培养。在胚胎发育早期，球茎大麦的染色体消失，而获得大麦或小麦的单倍体植株。

单倍体鉴别 根据单倍体植物的结构和形态特征，可以初步将它与二倍体亲本区分开来，但是最终的鉴别仍是镜检其染色体数目。

单倍体的细胞和核较小；营养器官和繁殖器官，如气孔、叶片、花和花药均变小；植株矮化；花粉的95～99%败育，造成植株不育或结实极少。因此对花粉育性的检查是鉴定单倍体比较准确的方法之一。镜检根尖、叶片等体细胞内的染色体数或观察研究花粉母细胞减数分裂时的染色体行为是对其倍数性作出判断的主要依据。依据气孔保卫细胞中叶绿体数目来测定烟草、甜菜、棉花、马铃薯等作物的倍数性也是一种鉴定的参考方法，如烟草单倍体植株气孔叶绿体数目平均为12.16，而二倍体植株气孔叶绿体平均数为19.58，经方差分析，单倍体与二倍体间气孔叶绿体数目差异极显著。据报道，马铃薯的每个染色体组在每一气孔保卫细胞中大约发育5个叶绿体，倍数性高，叶绿体数亦多。

染色体加倍：①自然加倍。单倍体细胞在培养过程中可以通过核内有丝分裂或花粉内营养核与生殖核的融合而自发地成为二倍体细胞。自然加倍的频率和接种材料的遗传型、再生植株的发生方式、孢子体的发育时期、培养基的成分以及培养时间的长短都有密切的联系。水稻花粉单倍体植株的自然加倍频率可达70%左右，小麦仅20～30%，而烟草几乎为零。经过愈伤组织分化成苗比经过胚状体发育直接成苗的再生植株，自然加倍的频率要高得多。曼陀罗、矮牵牛以及烟草的花药培养的试验结果表明，二倍体的花粉植株多数出自双核期的花粉，单核期的花粉很少发生二倍体的植株。生长素和细胞分裂素类物质都能促进细胞发生核内有丝分裂的作用，但其中起主要作用的是后者。愈伤组织在培养过程中染色体自发加倍频率，随培养时间的加长而增加。在一些培养基上，培养30天后，单倍体细胞基本上被二倍体或四倍体的细胞所取代。然而，愈伤组织的分化能力通常随培养时间的增长而降低。此外，单倍体细胞的自然加倍，也发生在自养生长的植株上。如杨树、橡胶等花粉植株在其生育早期为单倍体或混倍体，但随着树龄增长，其染色体数也逐年增长，多年后至开花期这些植株即自然加倍了。②应用秋水仙素加倍染色体：秋水仙素能改变分生细胞细胞周期的正常进程，抑制胞质分裂和核复制而产生核加倍。其处理方法多样，用秋水仙素溶液浸泡单倍体小苗，是烟草上应用较多且较成功的方法，即用0.1%或0.2%的秋水仙素溶液无菌处理培养前的小苗72小时，30～50%的单倍体小苗获得加倍。用0.03～0.05%浓度的秋水仙素溶液浸泡处于分蘖盛期的单倍体植株分蘖节、芽尖，是染色体加倍的常规方法，加倍率为40～70%。在秋水仙素溶液中加进渗透剂二甲基亚砜，可缩短处理时间，提高移栽成活率。把增殖旺盛的愈伤组织培养于含有秋水仙素的培养基中，在一定温度条件下处理，也可获得染色体数加倍了的再生植株。具体浓度，处理温度和时间，操作程序因作物而异，以玉米为供试对象，加倍效果约为50.9%。

离体培养单倍体组织，以单倍体植株的茎或叶柄等组织为材料，培养在一定浓度的2，4-D 及有细胞

分裂素的培养基上，诱导出愈伤组织后，在降低生长素浓度的培养基上促成这些愈伤组织分化成再生植株，也可获得相当频率的二倍体植株。

特点　单倍体育种有以下突出特点：①加速杂种性状的稳定，缩短育种年限。单倍体植株经过染色体加倍后，就能获得纯合的二倍体，它的性状相对稳定不再分离，这比常规育种法，需重复自交4个世代以上才能获得纯合的二倍体大大节省了时间、土地和劳力。②排除显隐性干扰。单倍体植株由于没有显性性状的掩盖，其隐性性状容易显现，这在诱变育种和研究突变遗传上，颇有价值。③提高选择效率。当有几个独立遗传的基因分离时，人们可期望的纯合重组体出现的机率用单倍体育种法是$(1/2)^n$，而二倍体育种法是$(1/4)^n$，因此显性或隐性的纯合个体重组个体的选择机率在单倍体法中比二倍体法高2^n倍。

应用及前景　①选育新品种和新种质。在中国应用花药培养法已在水稻、小麦、烟草、玉米等作物中获得了一批优质、抗逆、丰产的新品种和新品系，并逐步建立起一套**杂交育种**、**诱变育种**和花药培养相结合的新的育种体系。应用染色体消失法已在马铃薯、油菜、大麦作物上获得了优良新品种。对可育的远缘杂交种的花药进行离体培养，通过培养过程中染色体的断裂、重组，将理想的异源基因、染色体片段、染色体导入栽培品种，以获得新的重组类型，此技术已在水稻、小麦等作物中进行着有成效的实践。②细胞水平的突变体筛选。在单倍体离体培养期内，按育种目标添加一定的选择压力，是在细胞水平上进行突变体筛选的较简易方法，由于全部基因能直接显现，便于突变体的识别和鉴定。至今已筛选出抗水稻稻瘟病、胡麻斑病及抗烟草黑颈病的突变体。③建立无性细胞系。随着培养技术的改进和对细胞系的选择，在玉米和小麦作物中已建立起单倍体和二倍体的无性细胞系，这些细胞系保存多年后，仍具有绿苗分化能力。由这些细胞系再生的植株间存在着明显的遗传变异。显然，细胞系对于细胞水平或分子水平的研究或筛选具有优良性状的突变体都是良好的系统。

单倍体的遗传学特征和其应用，已为大量的科学实践所证实。因此单倍体育种不仅是常规育种的重要环节和补充，而且在植物改良上具有深远的意义和巨大的潜力。　　（胡　含）

单个自由度比较（single degree of freedom comparison）　试验处理经方差分析后归为两组进行只具一个自由度的比较。亦称对比（contrast）。

例：水稻盆栽药剂试验，四次重复的苗期株高总和（T_i）如下：

药　剂	A	B	C	D
T_i(cm)	76	92	72	96

方差分析结果为：

变异原因	df	SS	MS	F
药　剂	3	104	34.76	3.53*
误　差	12	118	9.83	

设A为空白，B为汞制剂，C为有机磷制剂低浓度，D为有机磷制剂高浓度。这里除将B、C、D分别与A比较或A、B、C、D相互比较外，还可有①B、C、D施药的平均效应与空白A比较。②C、D有机磷平均效应与汞制剂B的比较。③C与D两种有机磷浓度间的比较。这种比较可用系数C_i表示：

处　理	A	B	C	D
T_i	76	92	72	96
c_i值①	3	−1	−1	−1
②	0	2	−1	−1
③	0	0	1	−1

上述对比可用线性函数$Q=\sum c_i T_i$表示，但当$\sum c_i=0$时，Q才符合对比的定义。由此可计算：

Q的平方和　$SS(Q)=Q^2/r\sum c_i^2$，式中r为重复数。

Q的均方　$MS(Q)=SS(Q)/1=SS(Q)$，每个对比各具一个自由度。

本例第一个对比，

$$Q_1=3\times76+(-1\times92)+(-1\times72)+(-1\times96)=-32$$

$$MS(Q_1)=(-32)^2/4(9+1+1+1)=21.33$$

依次，

$$MS(Q_2)=(2\times92-72-96)^2/4(4+1+1)=256/24=10.67$$

$$MS(Q_3)=(72-96)^2/4(1+1)=576/8=72.00$$

若全试验用同一误差均方作测验，则上列三个对比的$F=MS(Q)/MS_e$，分别为$F_1=21.33/9.83=2.17$，$F_2=\frac{10.67}{9.83}=1.08$，$F_3=\frac{72.00}{9.83}=7.3$。查$F$表，$F_{0.05(1,12)}=4.75$，仅C与D间的对比为显著性。

当Q_1与Q_2二个对比具有$\sum c_{1i}\cdot c_{2i}=0$，则称$Q_1$与$Q_2$正交。一个试验有$k$个处理时，可以有多种对比，其中必有$k-1$个对比为相互正交。相互正交时，全部对比的平方和之和及自由度之和必等于处理间平方和及处理间自由度；反之则不等。本例的三个对比相互正交，其平方和之和$=21.33+12.67+72.00=104$，自由度之和$=1+1+1=3$，与方差分析表中处理间SS及df分别相等。

若各对比的误差不一致，则可求出对应于各对比的误差均方以便作相应的测验。其计算方法为分别求出各重复的对比值$\sum c_i x_i$，其误差平方和为：

$$\frac{\sum_j(\sum_i c_i x_i)^2}{\sum_i c_i^2} - \frac{(\sum c_i T_i)^2}{r\sum_i c_i^2}$$

具$r-1$个自由度。全试验共有$k-1$个正交对比，其总误差平方和将与方差分析表的误差平方和相等，其总误差自由度即为$(k-1)(r-1)$。

参考书目

Steel, R.G.D. and J. H. Torrie, *Principles and Procedures of Statistics*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co, New York, 1980.

（盖钧镒）

单季稻（single cropping rice）　一年只种一季稻的一种稻作制度。主要分布在中国秦岭、淮河以北，长江流域北部，四川盆地和云贵高原，南方部分丘陵山区也有种植。

单季稻因品种熟期和种植制度的不同，可分为单季早稻、中稻、晚稻。除了生长季节较短的北方稻区、南方的冬水田和海拔较高的地区，冬季实行休闲，每年只种一熟单季稻外，一般均以单季早、中、晚稻与其他旱作物复种，形成多种形式的一年两熟或三熟制。一年两熟制，一般第一熟为麦类、**油菜**、**蚕豆**、绿肥等冬作物，第二熟为单季中、晚稻，而以稻麦两熟最为普遍；亦有第一熟为春作物，如**大豆**、**花生**、**玉米**、**烟草**、瓜菜等，第二熟为单季中、晚稻。还有第一熟为单季早稻，第二熟为荸荠、慈姑、泽泻等水生作物。一年三熟制，一般第一熟为冬作物，第二熟为单季早稻，第三熟为秋作物，如大豆、花生、玉米、**甘薯**、**黄麻**等。亦有第一熟、第二熟均为旱作物，第三熟为单季中稻或晚稻，如麦豆稻、麦瓜稻、菜瓜稻等三熟制。

由于单季稻分布广，种植方式多样，在栽培技术上要做到因地制宜：①选用适宜的品种。北方一熟单季稻，选用对光照反应不敏感的早熟早粳或早熟中粳品种；南方单季早、中稻选用优质、早熟、花期耐高温的籼稻品种为主，单季晚稻选用对短日反应较敏感的迟熟籼、粳品种。②根据当地早、晚稻的安全孕穗和安全齐穗期，确定适宜播、栽期。单季晚稻对短日照要求严格，不宜过早播、栽。③加强田间管理。北方要充分利用夏季的光温条件，促进分蘖早生快发，增强光合利用率；南方要促控结合，防止生长过茂，造成郁闭。

（方宪章）

单交　见杂交方式。

单交种（single cross）　由A和B两个血缘不同的**玉米自交系**经一次杂交形成的杂交种。可用A×B表示。

美国G. H. 希尔(Shull)于1909年最先报道了自交系间杂种第一代的增产效果，并设计出有关的育种方法。单交种与其它方式的杂交种相比，植株和果穗性状整齐，产量较高。单交种比天然授粉**品种**增产20～30%，在水肥充足和良好管理的生产条件下，增产幅度更大。单交种的种子生产过程比较简便，只需设置配套的三个隔离区，分别繁殖两个亲本自交系和配制一个单交种。

单交种子是在自交系植株上产生的，由于自交系的种子产量较少，所以杂交制种的产量也低，它的种子成本就高，一度成为大面积推广单交种的一个障碍。但是，单交种有高度的整齐一致性，过去只在经济效益较高的甜玉米中得到应用。从60年代以来，由于选出的自交系本身产量有所提高，在普通玉米中也逐步趋向大面积推广应用单交种。　（程经有）

单粒传（single seed descent）　适当密植，控制原始分离群体，每株只取一两粒种子混合组成下一代群体，先加速纯合化进程后进行个体选择的杂种后代处理方法。其大体模式是从F_2代开始，利用温室或异地条件进行加代，为节约空间，可尽量缩小行、株距，使杂种群体控制在数百株以内，每株结实不多，不进行选择或只进行微弱选择，成熟时每株随机取一或二粒种子混合组成下代群体。如此进行数代，直到纯合化达到要求时（F_5或F_6代）再按株（穗）收获，下年种成株（穗）行，从中选择优良株（穗）系（株行数取决于F_2代的株数），以后进入产量比较。

单粒传的设想是加拿大C.H. 戈尔丹（Goulden）1941年提出的。美国C.A.布瑞姆（Brim）于60年代应用此法于**大豆育种**。其后J. F. 格拉菲斯（Grafius）、D. C. 拉斯姆森（Rasmusson, 1983）以及英国、加拿大的一些育种家也在大麦等作物的育种中应用。

单粒传的理论依据是：F_2代群体的**遗传变异**最大，单粒传由于保留所有或绝大部分F_2代单株的后代，因而在后期世代可以留最大程度的系间变异。就是说通过单粒传法，从F_2进行到F_6的过程中系内的加性**遗传方差**急剧下降，而系间的加性遗传方差显著增加，大大增强了最后一次进行株（穗）行选择的把握

F_2	○○○○○○○○○	每株取一粒种籽，混合后种成下一代群体
F_3	○○○○○○○○○	同上
F_4	○○○○○○○○○	同上
F_5	○○○○○○○○○	按株收获，下代种成株行
F_6	| | | | | | | | |	选优良株行，按株行收获
F_7	□□□ □ □	产量比较

单粒传法示意图

性，当然，这样作所付出的代价是牺牲F_3以后各代的系内选择机会，但权衡利弊，得大于失，因而是可行的。

单粒传的优点还在于它的早代可在温室或异地进行加代繁殖，缩短育种年限，节省人力物力。由于早代基本上不进行选择，可以大大缩小行株距，便于在温室内加代。

单粒传的缺点是缺少系内选择，使F_2单株后代难以进一步提高，所以要求杂交组合的性状水平要高，否则收不到预期效果。另一缺点是有几代（F_3、F_4、F_5代）不能进行田间评定，不利于某些性状的选择。但是单粒传可与系谱法结合进行，灵活运用。例如可在F_2及F_3代对某些遗传力高的性状进行选择（如淘汰感病株），或多取几粒加代以弥补系内遗传变异少的不足，也可以提早结束单粒传进程，从F_4代起改用系谱法。总之，此法简便、省事、进程快，对优良组合尤为适用。（秦泰辰）

单粒种甜菜育种（breeding monogermed sugar beet） 根据甜菜种球单胚芽遗传性状，选育果实内只有一个种仁的品种的育种方法。单粒种甜菜是从多粒种甜菜中选择得来的，出现的频率为$10^{-4}\sim10^{-5}$，大约等于**突变**的频率。

简史 1903年，美国T. G. 帕尔默（Palmer）第一个记述了单粒种类型。30年代苏联首先找到了单粒种类型，50年代中期培育了第一个单粒品种。1950年美国V. F. 塞维斯基（Savitsky）从"密执安杂种18"的品种中，分离出一株单粒种甜菜，经过培育和选择育成了艾斯艾尔西101（SLC101）单粒种品系，成为美国及西欧各国单粒种甜菜育种的基础。生产上，苏联、瑞典、美国、联邦德国、英国和波兰等国家基本上也实现了单粒种化。1975年，中国开始选育单粒种甜菜品种，至1983年选育出一批优良品系。

育种方法 通常用纯系和集团选择两种方法，以优良多粒种品系和单粒种材料杂交，从杂种后代选择单粒性状，形成具有多种重要性状的自交系。选育甜菜单粒种雄性不育系的关键在于筛选保持系，通常是对普通遗传单粒种经济性状加以改良。方法有：①系统选择。可将混合选择、集团选择和单株选择相结合进行。一年生甜菜的选择目标是：幼苗生长快、叶寿命长、抗病性强、株形直立，根形好的植株作种根并进行单株检糖，以含糖率高者做育种材料；二年生甜菜应选择单粒性状好的植株自交或近亲繁殖。考种时，入选种球近似圆形、果盖不脱落、种仁大、发芽势强、发芽率高的单株做育种材料。这样经数代选择即可达到预期的效果。②回交转育。用优良的多粒种作轮回亲本回交：以单粒种为母本，优良的多粒种为父本，进行人工或自然杂交，杂种第一代进行自交，将分离出的单粒植株作母本，以原父本的自交后代作父本与其杂交，如此往复3～4次，即可达到改良经济性状的目的；用一代杂种作轮回亲本回交：此法和前一种方法基本相同，不同的是用杂种一代作轮回亲本，可提高回交后代中的单粒率，减少自交程序，缩短育种年限，但单粒种性状不易稳定；用单粒种作轮回亲本回交：以多粒种作母本，单粒种作父本，重复回交，可将单粒性状转移到优良的多粒种甜菜中去。

也可用γ射线、中子或X射线等辐射手段，照射单粒种种子或母根顶芽，以达到诱变改良其经济性状的目的。

制种 普通杂交种：包括二倍体之间和二倍体与四倍体的杂交。以单粒种为母本，单粒种或多粒种为父本。亲本同是单粒种的，种子混收；父本是多粒种的，种子分收。母、父本之比一般3:1，单收种子时，杂种占50%；雄性不育杂交种：母本应是二倍体或四倍体雄性不育单粒种，父本可以是单粒种或多粒种。单收母本种子，杂交率为100%。组合配制方式与普通杂交种相同。（刘升廷）

单体（monosomics） 比正常双体（或称二体，2n）缺少一条**染色体**，具有2n-1条染色体的个体。单体植物在减数分裂中期，同源染色体均互相配对，只有单价染色体因缺失相应的同源染色体，不能配对常落后在赤道板外。这条染色体特称为单价体。单体则指具有单价体的植株。

通常在二倍体物种中单体较少，因当它缺失一条染色体（甚至缺失一个片段）不易得到补偿而引起个体死亡。但在异源多倍体植物中，如燕麦、普通小麦、棉花、烟草等均具有较多的单体系，因为它们失去一条染色体都有部分同源染色体予以补偿，从而能维持个体的发育和繁殖后代。

单体的培育 E. R. 西尔斯（Sears）培育的全套中国春小麦单体系统大多来源于单倍体和**缺体**3B，由于缺体3B在减数分裂中的不联会特性，在中国春小麦栽培群体中常出现缺体3B的个体，用它为母本与中国春小麦回交便能得到单体3B；从缺体3B的后代也能选出其他单体系统。中国春小麦单体系统育成后，使培育其他品种的单体程序大为简化，只须用某一品种作父本与中国春单体系（21系）逐个杂交，再以该品种作轮回亲本进行回交，连年选择单体，经回交几代后便能获得较纯合的该品种的单体系统（见图1）。

单体的形态 中国春小麦的单体系统与中国春无显著差异，仅单体5A呈斯卑尔脱穗型（见图2），穗尖长、稀松、颖片坚窄，晚熟。单体形态特征常受遗传背景的影响，如"紧握"小麦单体系统间差异较明显；烟草单体间以及单体与双体间的生物学性状均有差异，如株高、蒴果大小等都不相同。异源多倍体植物，单

P　中国春单体1A　×　B品种
　(20Ⅱ+I_1A)　　(21Ⅱ)
F_1　双体　　　单体　　　×　B品种
　(21Ⅱ)　　20Ⅱ+I_1A(B)
　　　　选单体，以B回交4～5代

　　　　B品种单体1A
　　　　$20Ⅱ_B+I_1A(B)$

图 1　培育单体的程序

体形态特征差异不明显。可能是由于部分同源染色体的补偿作用所致。

单体的传递　通过单体与双体的正反交可测得雌雄配子传递单体的频率。经大量测试发现雌配子传递n-1配子的频率平均约为75%，变幅为61～86%，不同单体有所差异，有些平均值大大偏离75%；雄配子传递n－1配子的频率更低，仅1～19%，平均值为4%。这是因为n－1型的花粉竞争力明显低于正常花粉，而n－1配子通过雌配子的传递率反而较高，则由于在雌配子中选择竞争不甚明显，同时又因未配对的单价体常落后而消失，使产生n－1配子频率明显增高。故一个单体小麦自交后代中双体约占24%，单体为73%，缺体仅有3%（见右表）。

单体的应用　进行基因定位利用单体是有效的方法。

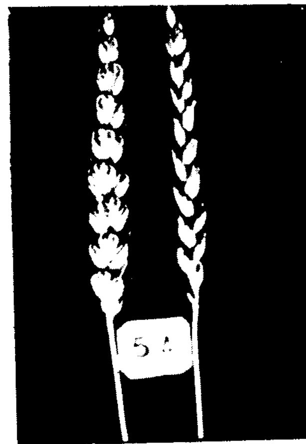


图 2　中国春小麦单体5A的穗型

显性基因的定位　如以密穗小麦为例（密穗型对方型穗为显性）可将要测定的密穗品种（纯合体）作父本与中国春单体系统逐个进行杂交（共21个组合），所有F_1代（无论单体或双体）均为密穗型（显性），但在自交F_2中便表现出差异，即20个非正确杂交组合的F_2，无论是单体、双体或缺体均呈3∶1的显、隐性分离比例，正确杂交组合的F_1单体产生的F_2明显偏离3∶1的分离比例，

小麦单体自交后代中不同类型植株的频率

♀ \ ♂	21条染色体（n）96%（81～99%）	20条染色体（n－1）4%（1～19%）
21条染色体（n）25%（14～39%）	双体　2n　24%（11～39%）	单体　2n－1　1%（0.1～7%）
20条染色体（n－1）75%（61～86%）	单体　2n－1　72%（49～85%）	缺体　2n－2　3%（0.6～16%）

世代	与单体2D杂交（正确杂交）				除2D外与其他20个单体杂交（非正确杂交）的显性基因定位*	
	显性基因定位		隐性基因定位			
P	$\frac{co}{\ }$（方穗型，隐性） ×	$\frac{Co}{Co}$（密穗型，显性）	$\frac{Co}{\ }$（密穗型，显性） ×	$\frac{co}{co}$（方穗型，隐性）	$\frac{co}{co}$（方穗型，隐性） ×	$\frac{Co}{Co}$（密穗型，显性）
配子类型	n，n－1	n	n，n－1	n	n，n－1	n
F_1	$\frac{Co}{co}$ 双体（2n）（密穗型）	$\frac{Co}{\ }$ 单体（2n－1）（密穗型）	$\frac{co}{\ }$ 单体（2n－1）（方穗型）	$\frac{Co}{co}$ 双体（2n）（密穗型）	$\frac{Co}{co}$ 单体（2n－1）（密穗型）	$\frac{Co}{co}$ 双体（2n）（密穗型）
	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
F_2　双体	3Co∶1co（3密穗∶1方穗）	CoCo 21%（密穗）	coco 24%（方穗）	3Co∶1co（3密穗∶1方穗）	3Co∶1co 24%（3密穗∶1方穗）	3Co∶1co（3密穗∶1方穗）
单体		Co 73%（密穗）	co 73%（方穗）		3Co∶1co 73%（3密穗∶1方穗）	
缺体		3%（方穗）	3%（方穗）		3Co∶1co 3%（3密穗∶1方穗）	

*当被测定基因是隐性时，所选择的单体应含有相对性状的显性基因

图 3　小麦显、隐性基因的定位



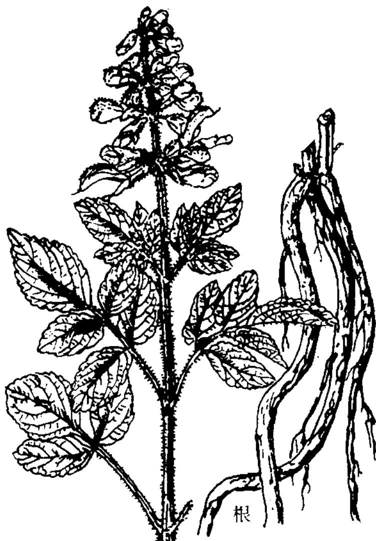
大部分 F_2(约97%)均为密穗型，仅3%的缺体后代才是隐性方型穗(见图3)，该显性基因便可定位于该单体上。

隐性基因定位 这类基因多为失活的隐性基因。当它处于半合子或缺体状态，其效应几乎与纯合子一样都为隐性类型。可将纯合隐性待测品种作父本与21个单体系杂交。非正确的20个单体的杂交组合，所有 F_1 均呈显性密穗型(无论单体或双体)。只有正确的杂交组合，它的 F_1 单体全部为隐性方穗，因其单体染色体必定来自隐性父本，故在杂交第一代便能将隐性基因定位于该单体染色体上。这一组合的 F_1 双体均呈显性密穗型，其自交 F_2 仍为3:1的显、隐性分离比例；而单体 F_1 自交的 F_2，无论单体、双体或缺体，则全部为隐性方穗型(图3)。（吴兰佩）

丹皮 见牡丹

丹参(red-rooted sage) 唇形科鼠尾草属中的一个栽培种，学名 *Salvia miltiorrhiza* Bge.，多年生草本植物。因根色红，故名丹参。别名血参、赤参、红根。以根入药。中国大部分地区有分布和栽培。主产中国四川、安徽、浙江等省。日本也有分布。

株高30～100厘米，全株密被柔毛。根细长，圆柱形，外皮朱红色。茎直立，四棱形，多分枝。奇数羽状复叶，对生小叶3～7片，卵形，顶端小叶较大，两面被柔毛，下面较密。花序顶生或腋生，为多数轮伞花序组成总状花序，花蓝紫色。小坚果4枚，椭圆形。花期5月至10月，果期6月至10月(见图)。



丹 参

性喜温暖湿润，耐严寒，适应性强，宜于排水良好的砂质壤土栽培。整地时结合施基肥，而后进行深耕细耙，整平，作成宽约130厘米的高畦或平畦。南方多雨宜作高畦。用种子或分根繁殖。种子繁殖，采用育苗移栽，北方于2月至3月间进行阳畦育苗，南方在6月至7月采种后至9月上旬在露地播种育苗。条播或撒播均可，播后盖薄土，以盖住种子为度，后盖草保湿。苗高6～10厘米时移栽，行株距30～40×20～30厘米。也可采取直播，播后约半个月出苗，苗高5厘米左右间苗。分根繁殖：四川和江苏两省多采用此法。收挖时种根不挖，翌年2月至3月随挖随栽，选取健壮、皮色红、直径0.7～1厘米的根，截成长约5厘米的根段，按25～30厘米的距离开穴，深约5厘米，每穴插一小段，不要倒插，覆土3～5厘米。还可用扦插繁殖，但较少。生长期间及时中耕除草，追肥3次，前期以氮肥为主，后期配施磷钾肥。天旱时要灌水，雨季注意排水，以免烂根。留种用的植株于第2年6月以后种子陆续成熟，可分批剪下花序，或视花序上有2/3的萼片转黄未干枯时，将整个花序剪下，曝晒后脱粒，再晒至干。种子不耐贮藏，陈种子发芽率很低。病虫害有根腐病、蚜虫、银纹夜蛾、棉铃虫及蛴螬等。春栽春播于当年，秋播于第2年的10月至11月，地上部枯萎或翌年春萌发前挖收，抖去泥砂，勿水洗，晒干即成。四川省产区把根晒至半干，理顺成束，再晒至8～9成干，搓去须根，晒至全干。隐丹参酮主要分布于根皮内，细根含量比粗根高。栽培2年后收获，根粗大，产量高，但隐丹参酮含量低。若后期多雨，容易烂根，影响产量。

根中分离出的活性成分有：丹参酮Ⅰ(Tanshinone Ⅰ)、丹参酮 $Ⅱ_A$(Tanshinone $Ⅱ_A$)、丹参酮 $Ⅱ_B$(Tanshinone $Ⅱ_B$)、隐丹参酮(Cryptotanshinone)及原儿茶醛等18种。药理实验有扩张冠状动脉增加血流量的作用。对小鼠有镇静和安定作用。总丹参酮及隐丹参酮等活性成分，对敏感和耐药的金黄色葡萄球菌均有较强的抗菌作用。味苦，性微寒。有活血祛淤、消肿止痛、养血安神之功能，用于冠心病心绞痛、月经不调、症瘕、产后淤阻、胸腹或肢体淤血疼痛、心烦失眠、痈肿疮毒等。（陈 震）

当归(Chinese angelica) 伞形科当归属中的一个栽培种，学名 *Angenica sinensis* (Oliv.) Diels.，2～3年生草本植物。因能调气养血，使气血各有所归，故名当归。古名干归、薜、山蕲，别名秦归、云归。根供药用。主产中国甘肃和云南省，陕西、四川、湖北和贵州等省亦产。同属植物有东当归 *A. acutiloba* (Sieb. et Zucc.) Kitag.，又名延边当归，部分地区也作当归入药。

当归株高0.4～1米。主根粗短呈多分枝的圆柱形。第一年、第二年仅有从生叶，叶为2～3回奇数羽状复叶，小叶3对，卵形，有缺刻，叶鞘膨大。第三年抽

薹，直立，带紫色。复伞形花序，顶生，花瓣5枚，白色。双悬果椭圆形。花期7月至8月，果期8月至9月（见图）。



当 归

为低温长日照作物，宜高寒凉爽气候。甘肃在海拔2 000米，云南在2 600米以上地区栽培；如往低海拔处引种时早期抽薹率增加，海拔更低时不易越夏。宜土层深厚肥沃、排水良好的砂质壤土。对水肥要求较高，水肥充沛能获高产。低洼地易发生根腐病，幼苗期喜荫，成株能耐强光。

育苗宜选阴凉湿润的高山坡地。6月播种，播种量每公顷60～75千克，撒播，苗床用草覆盖，8月上旬揭去覆草，除草1～2次，10月上旬挖苗，扎把，堆藏或窖藏。定植地于秋季深耕，并施足基肥。翌年4月栽植前，耕翻，耙平，按行株距25～35厘米开穴，每穴植2～3棵，覆土2～4厘米。海拔较低处于8月上旬直播，出苗后注意除草，松土，追肥1～2次，并培土。幼苗生长过大，越冬时有足够营养物质时容易通过春化过程，第二年提早抽薹，根木质化，失去药用价值；幼苗过小也直接影响根的产量和质量，各地应选择适宜的播种期和播种量，培育中等苗子，使抽薹率不致太高而获得较高产量。此外，采收中等成熟度的种子，不长期使用提早抽薹植株所结种子。有条件时栽子（种苗）放于0℃以下冷库越冬，也能降低抽薹率。病虫害有根腐病*Fusarium* sp.、褐斑病*Septoria* sp.；桃粉蚜、黄凤蝶*Papilio machaon*、种蝇*Hylemyia platura*等。10月下旬收挖。每公顷产干根1.50～2.25吨，丰产田可达6吨。鲜根稍晾干后扎把搭棚熏干：先用湿柴生火烟熏，使当归上色，再用煤火或柴火熏干。留种地不挖，于第三年8月中旬种子由红转粉白色时分批采收。每公顷可收种子600～1 500千克，放阴凉处晾干。

根含藁本内酯（Ligustilide）、正丁烯酞内酯（Butylidene phthalide）、阿魏酸、倍半萜A及B、香荆芥酚、当归芳酮、棕榈酸等。药理实验：对机体的物质代谢、内分泌、血液循环和中枢神经系统均有协调作用，并对多种细菌如痢疾杆菌、溶血性链球菌有抗菌作用。味甘辛、性温。具补血、和血、调经止痛、润燥、润肠功能。主治血虚，月经不调，经闭，痛经，症瘕、崩漏，产后腹痛，肠燥便秘，跌扑损伤，痈疽疮疡等症。还用于治疗子宫脱垂、血栓闭塞性脉管炎、脑血栓、类风湿性关节炎、腰腿痛、支气管或血管平滑肌痉挛、脑垂体肾上腺系统功能紊乱和高空缺氧等疑难杂症。（陈 瑛）

党参（pilose asiabell or tangshen） 桔梗科党参属中的党参种，学名*Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.，多年生缠绕草本植物。因原产于中国的上党郡（今山西省长治地区）而得名。隋代改为潞州，故又有潞党参之称。商品分东党、西党和潞党，原植物为党参及其变种素花党参*C. pilosula* Nannf. var. *modesta* (Nannf.) L. T. Shen、东党和西党是野生种，潞党为栽培品种。以根入药。分布于中国的黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、河南、陕西、甘肃、青海等省（自治区）；朝鲜、苏联远东地区也有分布。主产中国的河北、山西、河南等省，以山西产者驰名中外。同属植物川党参*C. tangshen* Oliv. 同作药用，分布于湖北、四川等省海拔900～2 300米的山地



党 参

林边灌丛中，并有大量栽培。

党参全株有乳汁，具特殊臭味。根纺锤状圆柱形，肉质，较少分枝或中部以下略有分枝，表面灰黄色至灰棕色，根头膨大，具多数瘤状茎痕，称"狮子盘头"。茎细长多分枝，幼嫩部分有细白毛。叶互生、对生或假轮生。叶片卵形或广卵形，基部近心形，全缘或浅波状。花单生叶腋，花萼绿色，具5裂片，花冠钟状，黄绿色带紫斑。蒴果圆锥形，种子多数，细小，棕黄色有光泽。花期8月至9月，果期9月至10月。川党参形态近党参。其茎光滑无毛；叶片卵形至长圆状卵形，基部楔形，上面几无毛，下面生粗糙茸毛。

喜冷凉气候，幼苗忌强光，适宜在腐殖质土或砂质壤土栽培。一般采用种子繁殖，育苗移栽。常选择背阴处作苗床，种子发芽的适宜温度为18～20℃。一般在春季解冻后至冬季封冻前均可播种。多在雨季或秋季封冻前播种，因出苗率高，幼苗生长良好。陈种发芽率低，不宜作种用。撒播或条播，条播行距约10厘米，开1厘米浅沟，均匀播入种子，盖薄土，以盖住种子为度，再盖谷草或松枝等保湿遮荫。播后适当浇水，保持土壤湿润，以利出苗，每公顷播种量约15千克。苗高约5厘米时将盖草分批揭去，避免强光晒死幼苗，可间作玉米和小麦等。参苗生长一年后，10月中旬至11月上旬或春季萌芽前移栽。定植地应选阳光充足、土层深厚肥沃、排水良好的砂质壤土，施足基肥，深耕细耙，作畦或垄，按行距20～30厘米，开沟15～20厘米深，将种苗按株距6～10厘米斜摆于沟内，然后盖土5～6厘米。每公顷约需种根375千克。苗高约30厘米时插架，使茎蔓攀架生长。此时可追施人粪尿一次，以促进茎蔓迅速生长。也可与高秆作物套作。病虫害有锈病 *Puccinia campanumoeae*、根腐病 *Fusarium* sp.；地老虎、蛴螬、蚜虫、红蜘蛛等。移栽2年后（也有的移栽1年或3年）秋季收获，须深挖以免伤根，去净泥土，按粗细、大小分别晾晒至半干，经搓揉后再晒，反复三四次至干。一般每公顷产干货3 750～6 000千克。

川党参在四川、湖北一带海拔800米以上都可栽培，一般常种于1 600～2 000米之间的山区。栽培方法与党参相似。收获加工时，常遇阴雨，多用火炕，温度保持60℃左右，搓揉，同样反复数次至干。

党参根含皂甙、微量生物碱、菊糖及植物甾醇、木栓酮及蒲公英萜醇乙酸酯；川党参含皂甙、生物碱、多糖、菊糖、挥发油及黄芩素葡萄糖甙（Scutellarein glucoside）。药理实验：党参有升血糖的作用；能使红血球及血色素量增加，血液浓度增大，白血球减少。味甘，性平。有补气、益血、生津的功能。用于脾虚气弱、食少便溏、四肢倦怠、气短喘咳、言语无力、血虚头晕心慌、津亏舌干口渴等症。

（陈　震）

凼肥　见沤肥

倒伏（lodging）　作物生长发育期间植株发生的倾斜、弯折、匍匐的现象。麦、稻等禾谷类作物发生倒伏，大多是在抽穗前后，尤其是灌浆后；棉花容易在植株上部结铃较多时发生倒伏；韧皮纤维作物则可能在快速生长的后期，麻株长得高大时出现倒伏。倒伏有时是点片，有时是全田的。

倒伏可分为根倒伏及茎倒伏。根倒伏的原因是作物的根与土壤的固着力不足，一方面是根的分布浅或根系弱等。另一方面是土壤的结构不良，地下水位高以及排水不畅，限制根系生长，和灌后即受到风力侵袭所造成。茎倒伏的原因在于茎的抗弯力或承重力不足。影响这一性状的形态与解剖学因素，是植株高度（茎秆高大时重心上移）、茎秆粗细、节间长度（禾谷类作物主要是基部节间的长度）、节间长与茎粗之比、单位节间长的秆重、叶和穗，或其它结实器官的重量，以及茎中的维管束数（禾谷类作物），和茎秆机械组织的厚度，风和雨以及冰雹，常是倒伏的重要诱因。在作物生育后期降雨还可使麦、稻等茎秆的钾和硅素淋失，降低它们的机械强度。大风既可造成根倒伏，又可以引起茎倒伏。

倒伏对作物生产带来不良影响是多方面的。①产量降低。由于倒伏打乱了群体叶层、分布，群体郁闭，病害增加，降低光能利用率，增加呼吸消耗，影响养分运输，减少干物质累积，导致最后的减产。一般在形成产量的前期发生倒伏时，减产较多，越接近成熟收获期，则影响越小。②产品品质变劣。禾谷类作物倒伏后，千粒重下降，秕粒增加，出粉率降低；甘蔗倒伏后侧芽萌发，使主茎含糖率明显降低，特别是灌水后或雨后发生倒伏，常导致茎、叶、穗的霉烂，其病害严重，对产量品质影响更大。③收获困难，尤其是机械收获。

预防倒伏的措施：①选用矮秆抗倒伏品种；②耕层深厚，土地平整，培育壮苗，包括合理密植；③及时防治病虫害；④正确掌握施肥，避免氮肥过量；⑤适时适量灌溉，风、雨天轻浇或不浇。此外，小麦在拔节初期进行镇压，有利茎秆茁壮。高秆作物及时高培土，甘蔗在大风前实行束蔗也都是防倒伏的有效措施。值得注意的是，采用化学控制措施，如小麦喷施矮壮素（CCC）、大豆喷洒三碘苯钾酸（TIBA）、棉花喷施DPC等等，都是简单易行的控制茎叶生长、防止倒伏的好方法。

如果发生倒伏，应针对不同情况，采取不同的对策。对较早期发生倒伏的高秆作物如玉米、甘蔗等，以尽快扶起为宜，扶起后，培土加固。必要时，追施少许速效氮肥，促其恢复正常生长。如倒伏时间较长，茎已上弯生长，则不宜扶，免致折伤。而密植作物的小

麦、水稻等，主要靠其自行立起，"扎把"大多有害无益，但可设法将叶上雨水轻轻抖落，助茎立起。

（王敏华）

倒种春 将当年收获的早稻种子作晚稻种的一种栽培方式，又称翻秋。既可用于早稻良种的加速繁育，又可作为灾后晚稻缺种的补救措施。但由于早稻品种感温性强，作倒种春种植时，前期气温高，营养生长期会明显缩短，影响产量；如播种过迟，出穗开花期又容易遭受低温影响，增加不实率，甚至失收。因此，倒种春栽培要特别强调适期播种，严格做到短秧龄移栽，重施基肥，适当加大栽插密度，争取单位面积上形成较多的穗数，以弥补穗部经济性状较劣之不足。

（蓝泰源）

稻草还田（turing rice straw into soil as manure） 稻收获后，将稻草铡成短节，直接翻耕入田中，作为基肥的一种作业。稻草还田有提高稻田肥力，改良土壤的作用。水稻吸收的养分中有绝大部分钾和一部分氮和磷积累在稻草中。稻草还田一般钾可归还80～90%，氮、磷归还30～50%。水稻是吸收硅较多的作物，稻株的无机成分中硅的含量最高，一般为干重的10～20%，稻草还田可改善后作的硅素营养条件。稻草是一种含纤维素较多的有机物质，腐熟分解慢，施用3年后残留在土壤中的碳素还有近20%。稻草还田又能增进土壤有机质的积累和更新，为土壤微生物提供充足的碳源。在作法上，中国南方稻区是将早稻草还田作为晚稻基肥；北方一熟制稻区也有将上年稻草还田作翌年水稻基肥的。

稻草的碳氮比值虽大，但在淹水条件下施用，由于嫌气分解有机物所需要的氮比在旱地条件下小得多，所以在稻草分解过程中，一般不会因微生物同化氮而引起土壤脱氮。当然，在稻草直接还田的同时，配合增施一定数量的速效性氮肥，既可以促进微生物的活动与繁殖，以加速稻草的分解过程，同时又可以弥补后作稻返青分蘖期间土壤释放有效养分之不足，则更有利于提高其肥效。

（蓝泰源）

稻茬麦（growing wheat after rice） 在稻田收获水稻后种植小麦或大麦。中国南方和北方都有稻茬麦，主要分布在长江流域。长江流域以北以稻麦两熟为主，长江流域以南除稻麦两熟外，江苏、浙江、江西、湖南、福建等省及上海市，还有早稻一晚稻一小麦（或大麦）一年三熟的。20世纪70年代以来，黄淮冬麦区有些地方推行旱田改水田以及水稻旱种，扩大种植水稻面积，从而发展了稻麦两熟种植制。种植稻茬麦地区小麦商品率较高，而且有较大的增产潜力。这种栽培制度对提高粮食总产量有重要作用。

中国稻茬麦的面积是世界上最大的，单产也较高，在南方冬麦区还有较大面积的冬闲田可以发展稻茬麦。东南亚的菲律宾、泰国、缅甸、孟加拉、印度等国也在发展稻茬麦。

中国南方大多数地区，稻茬麦出苗不全、不匀，耕作管理粗放，施肥不足，生育后期多雨，湿害重，土粘板结，病、虫、草害均较普遍；在31°N以南的沿江滨湖地区，赤霉病流行频率高。北方稻茬麦因茬口迟，播种晚，穗少、穗小，又多遇后期干旱，往往产量低而不稳。

防御湿害 长江中下游冬麦区，小麦生育期间的降水量在500～700毫米，多雨年份小麦拔节到成熟阶段的降水量达400毫米以上。而且雨日多，空气相对湿度高，往往造成湿害，一般减产10～20%，严重时减产30～40%。防御湿害的办法，主要是降低地下水位，排除耕层滞水和地表水，以保证小麦根系正常生长。在平原和圩区的稻茬麦田，应着重加深明沟，建立沟渠配套的排水系统，达到明水能排，暗渍能滤的要求。70年代，江苏、浙江两省和上海市推广了麦田地下暗沟排水新技术，用人工挖"土暗沟"，沟深0.6米，间距4～6米；或用动力牵引打"鼠洞"，深度0.6～0.8米；或用瓦管、塑料管筑"暗管"，埋深1米左右。均可收到良好的排水、防湿效果。

整地与播种 稻茬麦耕层浅，宜逐年加深耕作层，直到20厘米以上。耕地时结合增施有机肥或将秸秆还田，既提高土壤肥力，又疏松了土壤，改善耕作层通透性。稻茬麦田的有机肥用量以占总施肥量的50%以上为宜。同时采用氮磷结合、有机肥和无机肥结合施作基肥，以提高肥料的利用率，培养地力。稻田土壤粘重，种麦时如土壤水分不适，整地质量就差，土块大，播种深浅不易一致，往往造成严重缺苗。因此，提高稻茬麦的整地质量，是获得小麦全苗、苗匀的基础。一般在前茬水稻的谷穗黄梢时即开沟排水，收割水稻后，随即趁适墒浅犁，以揭开板结田面晒垡，当土垡晒到发白，应及时粗耙。然后耕地，同时施足基肥，耕深16～20厘米，随耕随耙，碎土保墒，开沟筑厢，等待播种。有的稻茬麦田采取旋耕灭茬、松土播种，遇秋涝年则采取免耕种麦，避免因烂耕、烂种而造成僵苗不发的现象。

适时播种是稻茬麦早发壮苗的前提。长江中下游冬麦区的春性和弱冬性小麦品种，冬前单株要达到2或3个分蘖的壮苗，需要450℃左右的积温。可根据本地区的品种特性和形成壮苗所需积温来确定各个地区的最佳播种期。同时掌握当时土壤墒情，如天旱土壤水分不足，要及时浇灌，以保证适时播种。

田间管理 各地稻茬麦区的高产麦田，在施肥方法上均宜掌握"苗期促，返青控，拔节孕穗攻穗重"的原则。要求施足基肥，普施种肥，如基肥不足，宜看

苗酌情早施分蘖肥，以利于促根增蘖育壮苗；控返青肥，抑制无效分蘖，酌情适量追施拔节孕穗肥，以达到增穗、增粒、增重的效果。

稻茬散播的麦田，杂草严重，可采用轮作换茬，提高耕作质量，以减轻杂草危害。有条件的地方可改撒播为条播，苗期进行人工锄草，辅以施用防莠剂化学除草。 （郭绍铮）

稻的遗传 (inheritance of rice) 稻的形态、发育、生理、生化等性状的变异及其遗传规律。

稻的遗传研究始于20世纪初。1908年V. 斯杂克（Stock）首先在爪哇进行了水稻的遗传实验，其后印度、美国、日本和中国的科学家分别在籼稻和粳稻上开展了较多的研究工作，但对爪哇稻和非洲栽培稻则研究甚少。早期研究侧重于水稻器官的着色、胚乳性质和有关形态性状及其间的连锁关系，其后加强了对与产量、抗性等有关性状的研究。

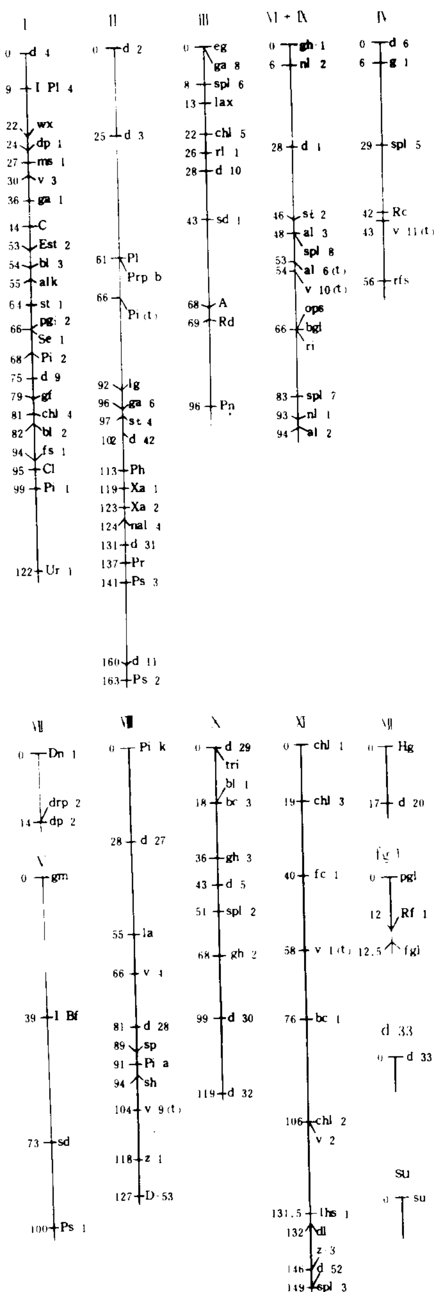
水稻遗传研究的进展与玉米、小麦等作物相比是较为缓慢的，其主要原因是人工杂交较困难，染色体较小，种植地区大部分属于发展中国家，科学家间的交流也较少。60年代以来，通过对于性状遗传的深入研究，绘制了12个连锁图。还利用三体开展了连锁群与细胞学上可鉴别的染色体的对应关系研究。

染色体组和倍数性 1910年桑田义备最先报道水稻具有24个染色体，其基数为12。栽培稻都属于二倍体，而野生稻则有二倍体和四倍体。其染色体组有AA, $A^{cu}A^{cu}$, $A^{l}A^{l}$, $A^{g}A^{g}$, CC, BB, BBCC, CCDD, EE, FF，但没有A、E、F之间所组成的四倍体，而且还有若干种的染色体组迄今尚未确定。

根据染色体长度、着丝点位置和随体有无等特征来鉴别，可知水稻有2～4对中位着丝点、6～8对亚中位着丝点和1～2对亚端位着丝点染色体，其中有1～2对亚中位着丝点染色体带有随体。在大多数品种中染色体3和4附着在核仁上。染色体编号是以各染色体占染色体基数总长的百分数（相对长度）的大小为顺序的，最长者为染色体1（相对长度约12～15），最短的为染色体12（相对长度约4～5）。

栽培稻通过花药培养可获得单倍体，表现为株高降低，叶片较短狭，穗和颖花均较小而完全不育。三倍体水稻可通过二倍体与四倍体杂交获得，也有自然发生的，其植株略高，叶片较大，颖花也略大，在自花授粉时结实率低于1%。同源三倍体在减数分裂时额外染色体极易丢失，进入卵细胞的额外染色体数一般不超过6个，多数只有1～2个，达4个以上者极少。同源四倍体可通过理化因素诱变获得，也有自然发生的，表现为分蘖数和颖花数减少，籽粒变大，结实率下降，芒性加强和米粒蛋白质含量增多。四倍体在减数分裂时形成四价体和单价体的数目较少，多数为二价体。60年代中期起，先后有一些学者分别从粳稻和籼稻的三倍体植株的分离后代中获得了全套初级三体。三体通常比二倍体生长缓慢，多数较矮，结实性一般较差，在分蘖性、叶片性状及粒形上则有较大变化，借此可区别12个不同的三体。水稻单体虽自50年代起即有发现，因其不育而无从利用。

连锁群 1917年F. R. 派奈尔（Parnell）研究了



水稻基因连锁群

水稻的性状连锁关系，1921年山口弥辅发现了米粒糯性与稃尖色的连锁。1928年赵连芳曾对糯性与稃尖色、长护颖与小穗外形、紫稃尖与紫叶鞘进行连锁遗传研究，确定了3个连锁群。其后，主要集中于稻株各器官的花青素着色以及形态结构的特殊变异上的研究。60年代初期，长尾正人和高桥万右卫门首先提出了粳稻的12个连锁群，稍后B.密司拉（Misra）等对籼稻也鉴别了部分连锁群，结果认为籼粳稻的连锁群及其标记基因顺序都是相互一致的，当然也存在着某些位点在相对位置上的差异。关于水稻的连锁群和相应基因的说明分别见图及表，但连锁群与个别染色体的对应关系尚未完全确立。有关出穗期迟早、抗病虫的基因都已绘制在连锁图上，耐寒性和低温发芽能力与其他标记基因的相关性亦已发现。通过不断揭露性状间的连锁关系，定会有助于水稻育种工作的开展。

各连锁群的标记基因名录

基　因	名　　称	基因位点
第Ⅰ群（wx群），第6染色体		
d-4	多蘖矮性	0
I-Pl-4	紫色果皮的抑制基因-4	9
wx (am)	糯性胚乳	22
dp-1	发育不全(凹陷)的内颖-1	24
ms-1 (sf)	雄性不育-1	27
v-3	绿白条纹-3	30
ga-1	配子体基因-1	36
C	花青素的色素原	44
Est-2	酯酶-2	53
bl-3	棕褐色叶斑-3	54
alk	碱消反应	55
st-1 (ws)	条纹叶-1	64
Pgi-2	磷酸葡萄糖异构酶-2	66
Se-1 (Lf, Lm, Rs)	光周期敏感-1	66
Pi-z	抗稻瘟病性-z	68
d-9	中国矮生	75
gf	颖壳的金黄色沟纹	79
chl-4 (ch-4)	黄绿化-4	81
bl-2	棕褐色叶斑-2	82
fs-1	细条纹-1	94
Cl	簇生小穗	95
Pi-i	抗稻瘟病性-i	99
Ur-1	波状穗轴-1	122
第Ⅱ群（Pl群），第11染色体		
d-2	夷矮性	0
d-3	多蘖矮性	25
Pl (Pl-1)	紫色叶	61
Prp-b (Pb)	紫色果皮	61
Pi(t)	抗稻瘟病性	66
lg	无叶舌	92
ga-6	配子体基因-6	96
st-4 (ws-2)	条纹叶-4	97
d-42	无叶舌矮性	102
Ph (Po)	石炭酸着色反应	113
Xa-1 (Xe-1)	抗白叶枯病性-1	119
Xa-2 (Xe-2)	抗白叶枯病性-2	123
nal-4 (nal)	狭叶-4	124
d-31	台中-155辐射矮性	131
Pr	紫色颖壳	137
Ps-3	紫色柱头-3	141
d-11 (d-8)	信金爱国或农林28矮性	160
Ps-2	紫色柱头-2	163
第Ⅲ群（A群），第3染色体		
eg	额外的外颖	0
ga-8	配子体基因-8	0
spl-6	斑点叶-6	8
lax (lx)	稀疏穗	13
chl-5 (ch-5)	黄绿化-5	22
rl-1	卷叶-1	26
d-10 (d-15, d-16)	畸型晚神力或丰光多蘖矮性	28
sd-1 (d-47)	低脚乌尖矮性	43
A	花青素活化基因	68
Rd	红色果皮	69
Pn	紫色茎节	96
第Ⅳ群（g-1群），第10染色体		
d-6	夷糯或短秆白笹矮性	0
g-1 (g)	长护颖-1	6
spl-5 (bl-6)	斑点叶-5	29
Rc	棕褐色果皮和种皮	42
v-11(t)	绿白条纹-11	43
rfs	卷筒细条叶	56
第Ⅴ群（I-Bf群），第1染色体（I-Bf）		
gm (pd)	抗稻瘿蚊性	0
I-Bf	颖壳棕褐色沟纹的抑制基因	39
sd	半矮性	73
Ps-1	紫色柱头-1	100
第Ⅵ+Ⅸ群（d-1群），第2染色体		
gh-1	金黄色壳和节间-1	0
nl-2	颈叶-2	6
d-1	大黑矮性	28
st-2 (gw)	条纹叶-2	46
al-3 (dl-k-3)	白化-3	48
spl-8 (bl-8)	斑点叶-8	48
al-6(t) (al-k-6)	白化-6	53
v-10(t)	绿白条纹-10	54
ops (ops-1)	开颖不育性	66
bgl	亮绿色叶	66
ri	穗基节枝梗轮生	66
spl-7	斑点叶-7	83
nl-1	颈叶-1	93
al-2 (al-k-2)	白化-2	94
第Ⅶ群（Dn-1群），第1染色体		
Dn-1 (Dn)	密穗-1	0

（续表）

基　因	名　　称	基因位点
drp-2	滴湿叶-2	14
dp-2	发育不全（凹陷）的内颖-2	14
第Ⅷ群（la群），第9染色体		
Pi-k	抗稻瘟病性-k	0
d-27 (d-t)	多蘖矮性	28
la	“平卧”生长习性	55
v-4	绿白条纹-4	66
d-28 (d-C)	长茎大黑矮性	81
sp	短穗	89
Pi-a	抗稻瘟病性-a	91
sh	落粒性	94
v-9(t)	绿白条纹-9	104
Z-1	斑马纹-1	118
D-53 (D-k-3)	九州大学矮性-3	127
第Ⅹ群（bl-1群），第8染色体		
d-29 (d-k-1)	短的最上节间矮性	0
tri	三角形稃壳	0
bl-1	棕褐色叶斑-1	18
bc-3	脆性茎秆-3	18
gh-3	金黄色壳和节间-3	36
d-5	多蘖矮性	43
spl-2 (bl-13)	斑点叶-2	51
gh-2	金黄色壳和节间-2	68
d-30 (d-W)	短白笹矮性	99
d-32 (d-k-4)	九州大学矮性-4	119
第XI群（bc-1群），第5染色体		
chl-1 (ch-1)	黄绿化-1	0
chl-3 (ch-3)	黄绿化-3	19
fc-1	细茎-1	40
v-1(t) (v-1)	绿白条纹-1	58
bc-1	脆性茎秆-1	76
chl-2 (ch-2)	黄绿化-2	106
v-2	绿白条纹-2	106
lhs-1 (op)	叶状稃不育-1	131.5
dl (lop)	披叶	132
z-3	斑马纹-3	146
d-52 (d-k-2)	九州大学矮性-2	149
spl-3 (bl-14)	斑点叶-3	149
第XII群（Hg群）		
Hg	毛颖	0
d-20	早雪矮性	17
fgl群，第7染色体		
pgl	淡绿色叶	0
Rf-1	花粉育性恢复-1	12
fgl (fl)	褪色绿叶	12.5
d-33群，第4染色体		
d-33 (d-B)	盆栽稻矮性	三体A
su群，第12染色体		
su	甜胚乳	三体D

性状的遗传

色泽　水稻花青色素的遗传受3个基础基因（C，A和P-）所构成的互补基因系统以及一个偶尔参预的抑制基因（Ⅰ-Pl）所控制。其中C是色素原产生的基础基因，A控制色素原转化为花青素，P-决定着花青素显现的部位。其中有些基因还存在着多效性，如Pl（紫色叶）也影响叶鞘、叶座、叶耳、叶舌、节间和花序轴的色素分布。在C，A及Pl位点中曾找到复等位基因和不同的显性水平。至于非花青素的壳色，如金黄色壳的遗传受单一隐性基因gh的制约；白壳为单一显性基因Wh；颖壳上的斑纹受单一显性基因Bf，褐色斑点受单一隐性基因bf，黑壳受互补基因Bh_1、Bh_2和Bh_3所控制。

茸毛　叶片或颖壳表面有毛对无毛（gl）为显性。在粳稻品种中有两个互补基因Hl-a和Hl-b使叶片具有长茸毛，另一个基因Hg控制花颖上的长茸毛，也影响叶缘、叶耳和花序轴的茸毛有无。

芒　有芒对无芒为显性。由1～3个具累加效应的基因（An-1，An-2和An-3）制约着芒的长短和芒的着生部位。芒的发育程度还受到环境条件和多倍性水平的影响。

株高　株高的遗传有两种模式，一种是质量遗传，如高秆为显性，而矮生或半矮生类型具有隐性基因d或sd-1（但隐性基因eui控制着因植株最上部第一节间伸长而形成的植株较高的类型）；另一种是数量遗传，如同属于高秆类型的品种间，或是具有等位矮生或半矮生基因的品种间，其杂种后代在株高上的差异往往是由于微效多基因或修饰基因作用所造成，而且易受温度、光周期和营养等环境条件的影响。

迄今已编定或暂定约50个矮性基因位点，自d_1至d_{57}（有缺号），其中d_{47}即半矮生基因sd-1。从品种改良观点来看，半矮生基因sd-1是极其重要的。业已证明，被广泛用于杂交育种计划中的籼稻矮子占4号、矮脚南特、低脚乌尖、矮脚仔、印尼水田谷和粳稻黎明、十石、Calrose76等，都具有相同的sd-1基因。在与sd-1非等位的矮生或半矮生材料中，大多数其农艺性状较差，如生长势弱、植株过矮、分蘖力差、穗型不好、谷粒小，大多无利用价值。因此，在水稻育种计划中开发和利用新的优良矮源，是避免矮秆良种出现遗传脆弱性的重要措施。

半矮生品种与高秆品种杂交第二代除出现典型的简单遗传分离比例外，还具有其他复杂表现：①高秆为不完全显性；②有若干修饰基因影响到sd-1的表现；③sd-1和高秆亲本遗传背景中其他基因间的相互作用。此外，sd-1基因具有多效性，表现为分蘖力强、叶片挺立、叶鞘发达等等。

生育期　除不同生态类型品种间的抽穗期差别受1～3对基因控制外，同生态类型品种间的生育天数差

别是受多基因控制的。基本营养生长期不同的品种间杂交，F_1表现为倾短或超短，由2～3个显性的早熟基因（Ef）控制着F_2在基本营养生长期上的变异。光周期敏感与不敏感品种间杂交，F_1表现为敏感型，F_2分离为3∶1，15∶1或9∶7等，是由1～2个Se显性基因控制着光周期敏感性。某些光周期不敏感品种，似具有一个隐性控制基因（i-Se）。在长光周期条件下，基因Se对Ef为上位性。

落粒性　一般认为籼稻中以易落粒（Sh）为显性，而粳稻中则以易落粒（th）为隐性。有时不易落粒的两个粳稻亲本间杂交，F_1由于基因间的互补而出现极易落粒，但在其后代中无法获得稳定的易落粒类型。

种子休眠性　表现为休眠期长短和休眠性深浅两个方面。强休眠是由两个互补基因（Sdr-1，Sdr-2）所控制，而种皮的高度不透水性是受控于另一个基因（Sg）。在其他事例中，种子休眠受控于另一些数目不等的具有累加效应的部分显性基因或隐性基因。在热带籼稻品种中，虽然强休眠一般与迟熟和光周期敏感相联系，但其间并未发现遗传上的相关。

抗病性　已经在粳稻上发现了13个显性基因控制着对稻瘟病菌不同生理小种的垂直抗性，分布在分属于4个连锁群（Ⅰ，Ⅶ，Ⅷ，Ⅹ）的9个位点上；对稻瘟病菌的水平抗性则受多基因所控制。已发现11个抗白叶枯病的基因，其中抗日本菌株的显性基因有Xa-1，Xa-2，Xa-3和Xa-Kg；抗菲律宾菌株的显性基因有Xa-4，Xa-6，Xa-7和Xa-10，隐性基因有xa-5、xa-8和xa-9。其中Xa-6在孕穗期为隐性而在开花期为显性。日本陆稻品种抗条纹叶枯病能力受2个互补显性基因Stv-1和Stv-2所控制，前者属于连锁群Ⅰ，后者位于第12条染色体上。在原产于印度东北部的尼瓦拉野生稻（*O. nivara*）的一个系统中发现了抗草丛矮缩病的单一显性基因Gs。

抗虫性　已发现4个抗褐飞虱的基因，其中Bph1和Bph3为显性，bph2和bph4为隐性；还在水稻品种TKM-6中发现一个显性抑制基因（I-Bph1）。据三体分析，Bph-1和bph-2位于第11染色体，Bph3与bph-4位于第7染色体。对白背飞虱也鉴定出5个抗性基因，除wbph4为隐性外，其余均为显性。已发现7个抗黑尾叶蝉的基因，其中仅glh4为隐性基因。

胞质雄性不育　在中国广泛种植的杂交稻，其不育系有配子体不育和孢子体不育两类。前者来自印度品种Chinsurah BoroⅡ的细胞质和来自粳稻台中65的隐性核基因rf共同作用的结果；而后者是来自中国海南省花粉败育野生稻的细胞质与来自籼稻珍汕97等的2对隐性核基因rf_1和rf_2共同作用的结果。粳稻的恢复基因Rf来自台中65，而籼稻的恢复基因Rf_1、Rf_2则来自IR24和IR26等。

分蘖数和穗数　不同分蘖力品种间杂交，F_1分蘖数居双亲之间，F_2表现为连续变异。一般认为分蘖数受多基因所控制。日本曾发现分蘖数极少的具有单隐性基因rcn的突变体，但在高温影响下其株型恢复到近乎正常。单株穗数受基因的加性作用所控制，多穗对少穗为部分显性，穗数是产量构成因素中遗传力最低的一个性状。

叶片长宽　叶长、叶宽和总叶面积是由多基因控制的数量性状。但在某些组合中也表现为复杂的基因相互作用。叶宽的遗传率一般大于叶长的。

穗长　穗长的差别主要受控于若干位点上的显性基因和基因的累加作用。长穗对短穗是部分显性。穗长与株高和生育天数间为正相关，控制株高的微效基因对穗长有多效作用，穗的第一次枝梗数部分受控于累加基因，但也受到复杂的基因相互作用的影响。

每穗粒数　除密穗与稀疏穗等不同类型受主基因控制外，一般类型品种间的每穗颖花数是受多基因控制的。在双列杂交中已证明累加效应和部分显性控制着颖花数，其显性方向因不同组合而异。

粒形和粒重　对谷粒长度的遗传有受单基因、双基因、三基因以及多基因控制的不同解释。当观察到不连续分离模式时，虽然在某些组合中短粒对长粒为显性。但显性序列基本上为长＞中＞短＞极短。在复基因和多基因情况下，发现有累加效应和显性效应，但显性方向因组合而异。谷粒宽度受多基因控制，在某些杂交组合中谷粒窄的对宽的为部分显性。谷粒长宽比在杂交后代中基本上表现为常态分布。谷粒厚度受多基因控制。谷粒重量在F_2群体中表现为近常态分布。若干正反交试验证明存在着谷粒重量上的母本效应。谷粒重量与谷粒长、宽、厚都是正相关的，这些性状都具有较高的遗传率。

胚乳性质　胚乳的糯性受隐性基因wx所控制，位于连锁群Ⅰ；因胚乳是三倍体组织，故糯性与非糯性品种杂交时正反交F_1基因型不同，从而引起直链淀粉含量的差异。高直链淀粉含量对低含量为不完全显性，受1～2对主效基因和若干修饰因子所控制；直链淀粉含量一般还随着谷粒灌浆成熟期平均温度的升高而增加，其反应程度也取决于品种含量的原有水平。对糊化温度遗传机制的全部本质尚未明了，但似可归为受少数主效基因和若干修饰基因所支配。糙米蛋白质含量一般以低含量对高含量为不完全显性，受若干主效基因和微效基因所控制，也有受多基因支配的；蛋白质含量的遗传率估计值是相当低的，这可能是由于基因型与环境的相互作用所造成。稻米的香味有些是由显性基因SK所控制，但也有的F_2分离中出现9∶7，27∶37，81∶175等复杂现象。　（申宗坦　闵绍楷）

稻底麻 (elay cropping of jute after rice)

在早稻收割前将黄麻苗套栽于稻行间，以利用早稻收

获后至晚秋作物种植的一段高温时间，多种一季黄麻的种植方式，可提高复种指数，增加经济收入。中国广东省在20世纪70年代末期曾大面积推广。福建省南部、台湾省的台南等地也有种植。稻底麻一般每公顷可收纤维1 000～2 000千克。作留种用，每公顷可收种子750千克左右。

栽培技术 ①选用早熟或早中熟矮秆、抗逆性强的早稻品种和中后期生长快、耐湿、抗病、高产的黄麻品种。②适时套栽，合理密植。麻苗移植适期，以早稻抽穗后5～7天为宜，选阴雨天或晴天下午阳光较弱时进行。一般每公顷套栽27万～30万株麻苗。③合理施肥，精细管理。麻苗套种后即灌水保根，暂不施肥，以免麻苗过旺荫蔽水稻。在水稻收获前约10天施促根肥。早稻收后，施重肥，约10天后再施速效肥一次，注意灌水，保持麻田湿润。④适当延迟收获，合理安排后作。套栽麻适当延迟收获，可增产麻皮，亦可作黄麻留种田。 (蒋宝韶 周安靖)

稻谷加工 (paddy rice processing) 稻谷经清理，砻谷脱壳，碾去皮层，制成大米的工业生产过程。由于稻谷外壳含有粗纤维和灰分不能食用，皮层虽含有营养物质，但其中的脂肪容易变质，植酸盐阻碍铁的吸收，必须经过加工才能制成颜色洁白、煮饭胀性良好和米饭松软可口、易于消化的产品，加工所得的稻壳、米糠和碎米等副产品也有多种开发和利用途径。

中国上古时代已开始用杵和石臼舂米。明朝末年(1637)宋应星在《天工开物》中对稻谷加工作了较详细的记载："凡既砻则风扇以去糠秕，倾入筛中，团转，谷米剖破者浮出筛面，重复入砻"、"凡稻米既筛之后，入臼而舂"。不仅阐明了砻谷和碾米要分开进行，而且提出了稻谷和糙米反复分离的加工工序，说明稻谷加工技术已发展到了相当的水平。当时使用的稻谷加工机具有：风车、木砻、土砻、杵臼、水碓、石碾和手筛等。生产规模基本上仍限于手工作坊加工。在19世纪末，中国沿海地区相继出现了机制米厂，主要加工机械都是从国外引进的。1949年以来稻谷生产和加工技术都有了较大的发展，对原有的碾米厂进行了技术改造和扩建，并新建了一大批中、小型碾米厂，清理、砻和碾米设备基本上都得到了更新，发展了用高速振动筛除稗，比重去石机去石，用选糙平转筛进行谷糙分离和砂辊碾米机碾米等新技术和新设备。

国外的稻谷加工新技术是从18世纪开始的，最先在欧洲开始使用机械碾米。到19世纪才出现应用铁辊筒碾米机的大米加工厂。20世纪50年代采用了新型高效喷风碾米。80年代，稻谷加工技术正朝着采用高效、多功能、密闭式小型组合机和单机自动控制的方向发展，逐步实现机械化、连续化和自动化生产。产品除普通大米外，还生产档次较高的不淘洗米、胚芽米和营养强化米。

加工方法 稻谷籽粒由稻壳和糙米两部分组成。稻壳包括内颖、外颖、护颖和芒。内外颖相互钩合包住糙米，其钩合强度随稻谷类型不同而异，通常籼稻谷比粳稻谷钩合强度大，脱壳困难。脱壳后的糙米由皮层、胚乳和胚三部分组成，皮层与胚乳结合紧密，去皮后才能成为成品大米。

稻谷加工的工艺过程可分为稻谷清理、砻谷脱壳及砻下物(稻壳、谷粒和糙米)的分离、碾米及成品整理等工序。

清理 稻谷中混有一定数量的多种杂质，必须首先清除。清理稻谷中杂质的方法很多，主要是借助杂质与稻谷之间物理性质的差异进行分选。通常根据稻谷含杂情况，按以下主要工序进行清理：

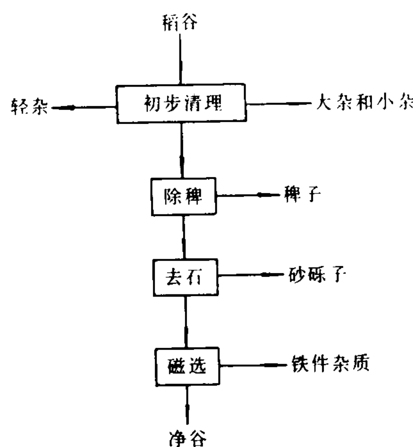


图 1 清理工序

初步清理 清除稻谷中比较容易清除的杂质，如形状大小与谷粒差异很大的稻秆、杂草种子等。主要采用筛选、风选，或风筛结合，即借助静止或运动的筛面进行筛选，或者利用稻谷和杂质的悬浮速度等空气动力学性质的差异进行风选，附带除去瘪谷和有芒稗等一类的轻型杂质。清理设备则用带金属筛面的初清筛和自衡振动筛等。

除稗 稻谷中的稗子，必需清除，以免影响成品质量。多采用筛选，最有效的是高速除稗筛，它利用高速振动的筛面，按谷稗籽粒大小不同，使谷、稗分开。其次是跳筛、横动筛、圆筛和溜筛等，对于带芒稗粒还可采用风选法。为了提高除稗效率，使用几台除稗设备组成一套备有主路和副路的除稗工艺流程。主路用于撇谷，副路用于提稗。若稻谷中含稗率特高，则应送经下脚整理工序。

去石 除去稻谷中那些粒子与稻谷接近平肩石和平肩泥，用筛选法不能除去，必需采用专门的去石工

序才能有效地清除。去石设备用得最广的是比重去石机，该机备有往复簸动的筛板，并从筛板下部引入气流，根据谷石比重的不同和自动分级作用使谷石分离。此机去石效率高，结构紧凑，占地面积小。

磁选　利用磁钢清除混进稻谷中的磁性金属杂质，如铁钉、螺丝帽等铁件。常用设备有溜管吸铁装置、吸铁箱、永磁滚筒和电磁式磁选机等。

砻谷及砻下物的分离　将清理所得净谷，作进一步的加工，其主要工序如下：

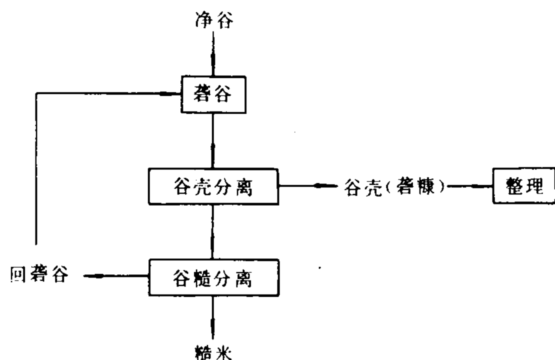


图 2　砻谷工序

砻谷　脱去稻谷外壳，减少米粒爆腰和表皮受损，尽量保持糙米完整。常用设备有胶辊砻谷机、砂盘砻谷机和离心砻谷机等。胶辊砻谷机利用一对等径橡胶辊筒，以不同的线速逆向回转。线速之差为2～3.2米/秒，线速之和不宜超过30米/秒。稻谷进入两辊之间，因受挤压搓撕作用而脱壳。此机脱壳率高，糙米表面光滑，碎米少，但糙米爆腰较多，橡胶辊损耗快，成本稍高。砂盘砻谷机借助上下两片圆形金刚砂盘，上盘固定，下盘转动，线速为20～25米/秒。稻谷在两砂盘中，因受到端压搓撕作用而脱壳。优点是糙米爆腰少，砂盘比胶辊耐磨，加工成本低；缺点是脱壳率较低，碎米较多。离心砻谷机的主要工作部件在内为旋转甩料盘，其外为固定的冲击圈。稻谷进入工作区被甩盘加速，借助离心惯性力飞向冲击圈，因受撞击而脱壳。此机结构简单、操作管理方便、动力消耗少、加工成本低；只是碎米较多，出米率低。

谷壳分离　利用谷壳与谷糙混合物不同的悬浮速度，通过吸风分离器和谷壳分离机等进行分离。

谷糙分离　将砻谷机遗留的稻谷和糙米分开。其基本方法是利用混合物中的谷粒与糙米粒在粒度、比重、容重、摩擦系数、空气动力学性质和弹性等物理性质上的差别进行分选。常用设备有选糙溜筛、选糙平转筛、巴基选糙机、袋孔式振动谷糙分离机和风动选糙机等。

碾米及成品整理　分离所得的糙米经过碾米及成品整理，最后才能制得成品大米。其主要工序如下：

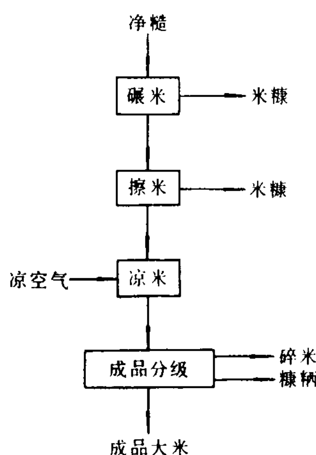


图 3　碾米工序

碾米　利用机械作用，按照标准规定的成品精度要求，碾去糙米表面的部分（或全部）皮层组织和米胚。将糙米送入碾米机碾白室内，借助碾辊的旋转对米粒施加机械作用力，即摩擦力进行压力碾白或碾削力进行速度碾白（两种方法去皮）。碾米设备则相应为擦离型碾米机和碾削型碾米机。此外还有混合型碾米机。擦离型碾米机的碾白室由筛板和铁辊筒组成。在碾白室内糙米受到铁辊摩擦和擦离作用使米皮剥离。其特点是碾白压力大（19.6千帕以上），碾辊线速度低（5米/秒左右），去皮均匀，米粒表面光洁；但碎米率较高。碾削型碾米机的碾白室由立式砂臼和围筛组成。室内米粒受金刚砂臼的碾削作用，使米皮因切割、分离而除去。其特点是压力低（4.9千帕），碾辊线速度高（15米/秒），碎米率低；但去皮不均，米色较暗。混合型碾米机的碾白室由横式砂辊和米筛组成。室内米粒同时受到碾辊的摩擦力和碾削力两方面的作用；其效果是去皮均匀，碎米率低，出米率较高，米色也较光洁，它代表着当前碾米设备的发展方向。属于这类碾米机的有ＮＳ型碾米机、铁筋砂辊碾米机和各种横式砂辊碾米机。

多机碾米是让糙米连续通过2～4道碾白作用各不相同的碾米机，其效果是降低碎米率、提高出米率和去皮的均匀度。从前道米机得到含脂肪较多的米糠，从后道米机得到含蛋白质和淀粉较多的米糠，称为白糠。

擦米　借助装有橡皮条、牛皮条、鬃毛刷的转筒或铁辊，对米粒进行搅动和擦刷，擦去粘附在米粒表面的细糠粒。常用的设备有立式和卧式擦米机。

晾米　利用风力降低米温，以利于大米贮藏。常用的晾米设备有吸风分离器、晾米器、冷却塔和流化斜槽等。

成品分级　利用筛选或精选设备，如白米分级平筛、白米分级筛、滚筒精选机、碟片精选机等，分选出超过标准规定的碎米和糠粞。

产品种类　分普通大米和特制米两类。

普通大米　世界各国大米分级标准不一致，日本和苏联分为三个等级，美国大米则按含碎不同分为六个等级。中国按稻谷来源将普通大米分为籼米、粳米、籼糯米、粳糯米四大类；按加工精度、不完善粒、杂

质、碎米、水分等项指标分为特等、标准一等、标准二等、标准三等。

中国普通大米分类　根据稻谷的分类方法分为四类：①籼米。用籼型非糯性稻谷制成的米。米粒一般呈长椭圆形或细长形。按其粒质和籼稻收获季节分为早籼米（腹白较大，硬质粒少）和晚籼米（腹白较小，硬质粒多）。②粳米　用粳型非糯性稻谷制成的米　米粒一般呈椭圆形　按其粒质和粳稻收获季节分为早粳米（腹白较大，硬质粒少），晚粳米（腹白较小，硬质粒多）。③籼糯米　用籼型糯性稻谷制成的米　米粒一般呈长椭圆形或细长形，蜡白色，不透明；也有呈半透明状（俗称阴糯），粘性大。④粳糯米。用粳型糯性稻谷制成的米。米粒一般呈椭圆形，蜡白色，不透明；也有呈半透明状（俗称阴糯），粘性大。

质量标准　各类大米按加工精度分为特等、标准一等、标准二等、标准三等四个等级　其标准见表1

表 1　中国大米质量标准

（1）早籼米、籼糯米：

等级	加工精度	不完善粒（%）	最大限度杂质					碎米（%）		水分（%）	色泽气味口味
			总量（%）	糠粉（%）	矿物质（%）	带壳稗粒（粒/kg）	稻谷粒（粒/kg）	总量	其中：小碎米		
特等	背沟有皮，粒面米皮基本去净的占85%以上	3	0.25	0.15	0.02	30	8	35	2.5	14.0	正常
标准一等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/5的占80%以上	4	0.35	0.20	0.02	70	12				
标准二等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/3的占75%以上	6	0.40	0.25	0.02	80	16				
标准三等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/2的占70%以上	8	0.45	0.25	0.02	100	20				

（2）晚籼米：

等级	加工精度	不完善粒（%）	最大限度杂质					碎米（%）		水分（%）	色泽气味口味
			总量（%）	糠粉（%）	矿物质（%）	带壳稗粒（粒/kg）	稻谷粒（粒/kg）	总量	其中：小碎米		
特等	背沟有皮，粒面米皮基本去净的占85%以上	3	0.25	0.15	0.02	20	8	30	2.0	14.5	正常
标准一等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/5的占80%以上	4	0.30	0.20	0.02	50	12				
标准二等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/3的占75%以上	6	0.40	0.20	0.02	70	16				
标准三等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/2的占70%以上	8	0.45	0.20	0.02	80	20				

（3）早粳米：

等级	加工精度	不完善粒（%）	最大限度杂质					碎米（%）		水分（%）	色泽气味口味
			总量（%）	糠粉（%）	矿物质（%）	带壳稗粒（粒/kg）	稻谷粒（粒/kg）	总量	其中：小碎米		
特等	背沟有皮，粒面米皮基本去净的占85%以上	3	0.25	0.15	0.02	20	4	30	2.0	14.5	正常
标准一等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/5的占80%以上	4	0.30	0.20	0.02	50	6				
标准二等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/3的占75%以上	6	0.40	0.20	0.02	70	8				
标准三等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/2的占70%以上	8	0.45	0.20	0.02	80	10				

（续表）

（4）晚粳米、粳糯米：

等级	加工精度	不完善粒（%）	最大限度杂质					碎米（%）		水分（%）	色泽气味口味
			总量（%）	糠粉（%）	矿物质（%）	带壳稗粒（粒/kg）	稻谷粒（粒/kg）	总量	其中：小碎米		
特等	背沟有皮，粒面米皮基本去净的占85%以上	3	0.20	0.15	0.02	10	4	15	1.5	15.5	正常
标准一等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/5的占80%以上	4	0.25	0.20	0.02	20	6				
标准二等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/3的占75%以上	6	0.30	0.20	0.02	40	8				
标准三等	背沟有皮，粒面留皮不超过1/2的占70%以上	8	0.35	0.20	0.02	40	10				

注：1．各类大米中的黄粒米限度为2%。黄粒米指胚乳呈黄色，与正常米粒色泽明显不同的颗粒。
2．加工精度：指大米背沟和粒面留皮程度。
3．不完善粒：包括下列几种：①未熟粒：指米粒不饱满，外观全部为粉质，无光泽的颗粒。②损伤粒：指虫蚀、病斑等颗粒。
4．杂质：包括下列几种：①糠粉：通过直径1.0毫米圆孔筛的筛下物，以及粘附在筛层上的粉状物。②矿物质：砂石、煤渣、砖瓦块及其它矿物质。③带壳稗粒及稻谷粒。④其它杂质：无食用价值的大米粒、异种粮粒及其它物质。
5．碎米：①大碎米：留存在直径2.0毫米圆孔筛上，不足正常整米2/3的米粒。②小碎米：通过直径2.0毫米圆孔筛，留存在直径1.0毫米圆孔筛上的碎粒。

特制米　用特种方法生产的大米。

蒸谷米　稻谷在脱壳前，先经浸泡、蒸谷、干燥和冷却等工序的水热处理；然后按常规制成成品大米。蒸谷米的营养价值比普通大米高，含有较多的B族维生素，易消化，碎米少，便于贮藏。但米色较普通大米深，米饭粘度低，且带有一种异味。

胚芽米　采用多道碾米机轻碾制成，米胚保留在80%以上，同时符合大米等级标准的精制大米。食用时，几乎不用淘洗，口感与普通大米相同。米胚含有丰富的蛋白质、脂肪、维生素和微量元素；其营养价值比普通大米高。但容易变质，宜采用低温贮藏。

免淘米　普通大米再经精碾，除糠、上光、精选等工序制成。此种大米具有粒面光洁，晶莹粒整齐，清洁卫生，煮饭不需淘洗的特点。

强化米　碾制免淘米时，将含有氨基酸、维生素和微量元素等营养成分的配制液，采用浸泡或喷涂的方法使产品的营养成分得到强化。

综合利用

稻壳　稻壳含有粗纤维、戊聚糖、二氧化硅和灰分，可直接作燃料，也可放入专用的糠煤气炉内，经低温干馏，产生糠煤气，或粉碎后烧结成形作为固体燃料。稻壳按燃烧程度的不同，又可烧制高碳、低碳和无碳三种稻壳灰。均是重要的化工原料。稻壳经粉碎后，可用来配制反刍动物的补充饲料。稻壳粉可制成稻壳板，是一种防火、防蛀、防霉等的建筑材料。稻壳经水解后可制糠醛，其残液又是生产醋酸的原料。

米糠　米糠含有脂肪、蛋白质、淀粉、维生素和矿物质等营养素，可以直接作禽畜饲料，米糠的化学组成与糠层的部位有关，内糠层附带着亚糊粉层，因而富于蛋白质和淀粉，可食用或饲用。外糠层含脂肪较多，可提取米糠油，提油后还可从中提取米糠蛋白或植酸盐，后者可制成肌醇。糠饼发酵生产白酒，酒糟又可作饲料。米糠油经精炼后即得食用油、油炸用油或烹调色拉油。精炼副产品可提取谷维素，谷固醇和维生素E等药物原料，还可提取糠蜡和脂肪酸等。从米糠中分出胚芽，经蒸炒后，可制成米胚芽饼干等营养食品，或从中提取各种营养素。也可直接冲入牛奶供饮用。

碎米　碎米中含有大量淀粉，可制成米粉、粉丝、代乳粉和糕点等多种米制食品。碎米用酸或酶处理，可水解制成糊精、低聚糖、饴糖、葡萄糖和果糖。也可通过发酵生产各种饮料、发酵食品和酒类。　（程觉民）

稻麦两熟 (wheat-rice cropping system)

在同一块稻田里一年内收种稻麦两种作物的一种种植制度。主要分布在中国长江流域和黄河以南的稻区。稻麦两熟制，初现于唐代，盛行于宋代，到明、清时代已遍及整个长江流域，现今又向华北平原发展。

稻麦两熟是一种水旱轮换、集约化程度较高的种植制度。它不仅能充分利用光热资源，提高土地利用率，而且稻、麦水旱交替可以改善土壤结构，提高土壤肥力，清除土壤有毒物质，防止稻田次生潜育化和减少病、虫、杂草等。凡是气温条件稍差，年水量较少，种植双季稻产量不稳的地区，采用这种方式一般都能获

得显著增产。70年代以来，随着杂交稻高产组合的推广，长江流域以南的部分丘陵山区，将双季稻改为稻麦两熟也获得明显增产效果。然而，在长江以南无霜期长、积温高的地区，则因稻麦两熟对光、热资源的利用不如双季稻三熟制充分，所以它的产量低于双季稻三熟制，同时冬季连年栽种小麦，也不利于平衡地力。因此，在热量和劳动力等条件许可下，合理安排稻麦两熟与双季稻的比例，以及在冬季将油菜、绿肥与小麦进行合理轮作，不仅有利于增产增收，而且也有利于稻麦两熟的稳产高产。

中国长江中下游稻区在长期实践中积累了稻麦两熟的栽培技术的丰富经验：稀播培育壮秧、适当增施肥料、合理小棵密植、浅灌勤灌、适时适度晒田，并采用合理的施肥技术。小麦则要求开沟排渍、适时播种、培育带蘖壮苗越冬、运用肥水综合技术促进壮秆大穗，以及防止后期早衰等。

（王兆骞　申宗坦）

稻米品质 (rice grain quality)　稻米的碾米品质、米粒外观、蒸煮和食味品质以及营养品质的总称。

碾米品质包括出糙率（糙米重量占稻谷重量的百分率，通常为72～82%）、精米率（精米重量占稻谷重量的百分率，通常为65～74%）及整粒精米率（整粒精米重量占稻谷重量的百分率，通常为50～60%）。碾米品质在品种间有明显差别，同一品种因栽培条件与自然环境（特别是成熟期间的气温）不同也有变异。中国农业科学院用砻谷机测定，78个籼稻品种的平均糙米率为79.6%；126个粳稻品种平均为82.1%。贵州农学院测定，232个籼稻品种平均为77.7%；191个粳稻品种平均为79.7%。

米粒外观由透明度、垩白度及米粒形状（以长宽表示）等因素组成。垩白指米粒胚乳因淀粉和蛋白质颗粒填充疏松而形成的白色不透明部分，是碾米时碎米率增加的主要原因。垩白因其存在部位不同可分为心白、腹白和背白等；因其所占面积大小可分为四级，即0（透明），<10%（小），10～20%（中），>20%（大）。垩白度在品种间差异明显，同时也受外界条件的影响。米粒长度及形状的分级标准见下表：

米粒长度及形状的分级标准表

米粒长度（毫米）			米粒形状（长宽比）		
级别	中国标准	国际标准	级别	中国标准	国际标准
特长	≥7.01	>7.50	最窄（细长）	≥3.01	≥3.0
长	6.51～7.00	6.61～7.50	窄	2.61～3.00	—
中	6.01～6.50	5.51～6.60	中	2.11～2.60	2.1～3.0
短	5.51～6.00	≤5.50	阔（粗）	1.81～2.10	1.1～2.0
特短	≤5.50	—	最阔（圆）	≤1.80	≤1.0

在国际市场上对籼米要求粒形细长，无垩白而呈半透明；对粳米则以短圆形而呈半透明者为佳。碾米时不易破碎，出米率也高。

蒸煮和食味品质，主要包括糊化温度、直链淀粉含量、胶稠度、香味以及胀性等指标。当然食味好坏最终还要根据人们的品评来判断，但其结果往往因品评者的不同爱好而异。

糊化温度是指淀粉粒在水悬浮液中，经加热吸收大量水分而发生不可逆转的迅速膨胀并显著增加粘性时的温度，其高低与蒸煮所需时间的长短及吸收水分的多少成正比。水稻品种的糊化温度一般在55～79℃之间（<70℃为低，70～74℃为中，>74℃为高）。据中国水稻研究所等单位的测定，大多数糯、粳稻品种属于低糊化温度类型，而大多数籼稻品种属中等糊化温度类型。国际水稻研究所测定糊化温度通常采用间接法，即将大小均匀的6粒精米浸于盛有10毫升浓度为1.7%的KOH溶液的塑料小盒中，在30℃条件下，静置23小时，观察米粒在碱溶液中被消化的程度。如米粒完全或接近完全溶解，即属于低糊化温度类型；若米粒无甚影响或仅呈膨胀状态的则为高糊化温度类型；介于两者之间的即为中等糊化温度类型。通常以稻米为主食时，人们喜欢煮饭时间较短的低或中等糊化温度类型、而以稻米做米粉干或罐头时，则需要高糊化温度类型。

胶稠度是衡量米胶软硬的标准。测定方法是把100毫克米粉（含水量12%）置于13×100毫米的试管中，加入0.2毫升浓度为95%的乙醇（含0.025%麝香草酚蓝作为显色剂），沾湿摇匀后立即再加2毫升浓度为0.2N的KOH，经振荡充分混合之，管顶盖以玻璃小球，并在沸水浴锅中加热8分钟，再在冰浴锅中冷却20分钟，随即将试管平放在台上，静置1小时后测量米胶的流动长度，由试管底量至锋边，以毫米表示。一般以米胶长度达61毫米以上者为软，40毫米以下者为硬，41～60毫米者为中。据测定籼稻品种大多为硬，粳稻品种大多为中等或软，而糯稻品种均属软胶稠度。优质籼米要求具有中等胶稠度。

直链淀粉含量高低与稻米的蒸煮及食味品质密切有关，含量高者在蒸煮时需要较多的水分，胀性好，米饭光泽少而蓬松，粘性弱，柔软性也差，冷后质地变硬。精米的90%干物质是淀粉，直链淀粉含量一般变动于0～35%之间，其余为枝链淀粉。据国际水稻研究所的分级标准，直链淀粉含量≤2%为糯性，3～9%为极低含量类型，9～20%为低含量类型，20～25%为中等含量类型，25%以上为高含量类型。中国水稻研究所等单位用碘——碘化钾比色测定稻米的直链淀粉含量，结果中

国糯稻品种的直链淀粉含量通常在0～2%，粳稻大多在20%以下，籼稻大多在25%以上。在籼稻的优质育种中，要注意选育中等直链淀粉含量的品种。

香味的鉴定方法是将20～30粒新收获加工的精米，置于50毫升试管中，加20毫升蒸馏水，用铝箔盖住管口，放在沸水浴锅中加热10分钟（糙米20分钟），取出冷却到室温，然后打开盖子用嗅觉逐一评定香味，分强、中、弱和无香味四级记载，以香味强的品种作为对照。也可用2克左右的绿叶或茎作样品，切成碎片，放入小玻璃培养皿里，开盖加入10毫升左右浓度为1.7%的KOH溶液，并立即盖好，于室温下保持10分钟，然后逐一开盖用嗅觉评定香味等级。

胀性是指稻米蒸煮成适口米饭后体积的膨大倍数。通常籼米的胀性大于粳米，粳米又大于糯米。

稻米营养品质中最重要的是蛋白质含量。稻米的粗蛋白含量虽然比大麦、小麦、玉米、粟等作物低，但其氨基酸组成比较平衡，其中赖氨酸所占的比重，居各主要粮食作物之首位，是易于消化吸收、营养最好的谷物蛋白质。蛋白质在米粒中的分布是不均匀的，通常在糙米中含5.1～15.4%，精米中占4.5～14.3%，米糠中占10.8～19.0%，而在种胚中则占16.8～24.1%。国际水稻研究所自1966年以来，测定17 587份材料，其糙米蛋白质含量平均为9.5%，变幅为4.3～18.2%。广东省农业科学院水稻研究所（1981年）报道了3 868个品种的糙米蛋白质含量的测定结果，平均值为9.34%，变幅为6～15%。其中早稻品种1 669个，平均10.34%，变幅为6～15%；2 199个晚稻品种分别为8.58%和6～14%。脂肪含量也与稻米品质有关，据中国农业科学院综合分析室（1975年）测定254个推广品种的脂肪含量的结果：低于2%和高于3%者均极少，绝大多数品种在2.01～3.00%之间，占品种总数的94.9%。

（闵绍楷）

稻田复种方式 (rice based cropping patterns)　在一块稻田上，以水稻为主的几种作物种植的次数与顺序。它决定农产品的种类与数量，经营效益，关系到农村工副业生产的发展。合理的稻田种植制度，必须与当时当地的人均耕地面积、水利设施、农民收益、农产品市场等社会因素相适应，较好地利用温、光、水、土壤等自然资源，达到增产增收的目的。

稻田复种始于华南地区，然后逐渐向长江流域发展。双季稻早在公元前3世纪的《山海经》内已经提到，14世纪（元末明初）双季间作稻已从福建省传至浙江省南部，明弘治十六年（1501）的《温州府志》对间作稻栽培技术有详细的记述。麦稻两熟最初出现在唐代，到宋代特别南宋以后，北方人口大量南迁，发展很快，到明清时期已遍及整个长江流域，在苏、皖、鄂、川等省的方志中都可找到麦稻两熟的记载。华南沿海一带出现麦一稻一稻一年三熟的记载。

稻田一年多熟的种植制度在中国虽然源远流长，但过去限于历史条件，多数稻田仍是一年一熟，复种指数不高。1952年，江西、湖南、四川等省的耕地复种指数只有110～120%，广东省也只有180%。双季稻栽培限于28°N以南地区，麦稻两熟主要分布在长江流域各省。50年代的"单季稻改双季稻"、"间作稻改连作稻"、"一熟改二熟"，60年代扩大的"绿肥双季稻"和70年代发展的"双季稻三熟制"，双季稻区域向北推到32°N一线，面积扩大了将近2倍；麦稻二熟制推进到华北平原的北缘40°N的地区，成为当地的一种主要稻田种植制度。稻田复种指数的提高，对50年代以来，中国粮食产量有较快的增长发挥了重要作用。

主要的复种方式　依据一年内收获作物的次数，可大致分为一熟制、二熟制、三熟制。①水稻一冬闲一熟制，主要分布在东北、西北、华北等稻区，气温低、全年生长季节短的地区以及华中稻区水利不便的冬水田、沤田、沉板田地区，随着兴修水利等生产条件的改善，可变一熟为二熟；②小麦（或者油菜、绿肥、蚕豆等）一水稻二熟制，分布于从华南到华北的广阔稻区。小麦、水稻均为高产作物，增产潜力大，绿肥、蚕豆为养地作物，油菜为半用、半养作物，相互轮换种植，有利保持地力，持续增产；③水稻一水稻一休闲二熟制，原是双季稻地区的主要种植方式，20世纪60年代以来，种植面积虽因绿肥双季稻等种植制度的推广而有所减少，但仍为中国稻田的一种重要种植方式；④大豆（或花生）一水稻或水稻一大豆（或花生）二熟制。大豆（或大豆间作玉米）一水稻主要分布在长江流域，花生一水稻主要分布在广东。这类方式由于稻田土壤回旱时间较长，而且大豆、花生均为豆科养地作物，有利土壤理化性质的改善，对后作水稻有明显的增产作用；⑤"小麦（或大麦、油菜、绿肥、蚕豆等）一水稻一水稻三熟制（简称双季稻三熟制），这类方式的形成和发展是70年代以来稻田种植制度改革的重要成果。主要分布在长江流域及其以南人多地少、生产条件优越的地区，但农事季节十分紧张，尤其在江苏省南部，如面积失之过大，收种失时，常常招致减产或产量不稳；⑥甘薯一水稻一水稻三熟制。这种方式主要分布在广东省的湛江，海南省等地，原来是在立冬前后晚稻收获后栽插冬薯，70年代以后，早熟、高产晚稻品种的推广，晚稻收获期提早，改为栽插秋薯，不仅产量高，而且有利早稻适时插植；⑦早稻一甘蔗二熟制，主要分布在广东、福建两省。甘蔗在早稻收割前套种或在收后抢栽，第二年2月至3月砍收，生长期8个月，是人多地少地区的主要种植方式；⑧水稻一水稻一水稻三熟制主要分布在广东省南部，面积不大。

中国稻田复种方式的改革，已经取得较大的成就，

但为适应传统农业向现代农业的转化，自给半自给农村经济向商品经济的转化，还必须从更加充分地利用农业资源，改善农田生态系统着眼，进一步优化稻田种植制度，以便在保证粮食作物产量稳步增长的前提下，有利于经济、饲料、肥料等作物的综合发展；有利于种植业、饲养业和加工业的综合发展；有利于水旱轮作、用养结合，不断提高地力；有利于降低投入、增加产出，提高经济效益。（过益先）

稻田绿肥 (green manure in paddy field) 稻田复种轮作中种植的以新鲜绿色体肥田的作物。稻田种植绿肥，在中国历史悠久，西晋郭义恭的《广志》中提到："苕草，色青黄，紫华，十二月稻下种之，蔓延殷盛，可以美田，叶可食"。稻田绿肥有秋播越年生长的冬季绿肥，有利用作物茬口间隙增种的短期绿肥和稻田水面养殖的水生绿肥等。主要种类有紫云英、苕子、黄花苜蓿、蚕豆、豌豆、肥田萝卜、箭筈豌豆、黄豆、田菁、柽麻、饭豆、泥豆、红萍、水浮莲等。20世纪50年代以来，稻田绿肥曾经有过很大发展，70年代稻田种植各种绿肥面积就曾达到980万公顷，其中以紫云英面积最大，占稻田绿肥总面积的70%左右。近年来，随着作物布局的调整，稻田绿肥面积下降。

稻田种植绿肥对提高水稻产量和培养地力起着重要的作用，特别是豆科绿肥，具有固氮能力，含氮量较高，碳、氮比率小，翻压入稻田中腐熟分解快，释放铵态氮的量也较大，在氮素用量相同的情况下，比其他有机肥如堆肥、人畜粪、草塘泥、凼肥等对当季水稻提供的有效养分多，增产效果大。稻田施用新鲜绿肥，在其分解过程中，有促进土壤有机质矿化，调动潜在肥力的作用，即激发效应。同时自身又有相当部分残留在土壤中，增进土壤中有机质的积累。不少绿肥又是营养价值较高的饲料。稻田绿肥产量也高，以紫云英为例，一般每公顷可产20～40吨青体。于花荚期翻压，除保证种植田块自身需要外，还可刈割一部分用于其他稻田。

绿肥为新鲜有机物质，翻压后需经一定时间腐熟分解，方能供给水稻吸收。因此，以绿肥作基肥时，除刈割出一部分外，并应在水稻插秧前7～15天左右翻压较为适宜。一般豆科绿肥因其含氮较多，磷、钾含量少，施用时，常需与其他磷、钾含量较多的肥料配合使用。将绿肥用作饲料，转化为牲畜粪便，则更为经济。（蓝泰源）

稻田少耕 (minimum tillage of rice culture) 减少耕翻次数，简化整地作业的稻田整地方法。采取留茬、耙茬、深松、旋耕等少量耕作，或隔一定年限进行翻耕。日本是在稻田实行少耕较早的国家，20世纪70年代已全面普及了旋耕机和驱动耙少耕技术。中国从70年代以来对稻田少耕法开展了多方面的研究，现已在生产上逐步应用。

少耕法是从克服传统的翻耕法的一些弊病出发的。一年一熟的东北、西北稻区，稻收后土壤含水量高，整地质量差。在一年两熟、三熟的华中、华南稻区，传统的翻耕法，耗农时长，影响水稻适时早栽。另外，连年翻耕加剧了土壤有机质的分解过程，使肥、土流失严重。据研究，采用留茬免耕法可使田面保持原有平整度，但残茬及杂草多，对插秧作业不利，直播保苗率低，土壤渗漏性强，不易保水；用重耙耙茬法能使残茬和土壤混拌，田面较清洁，但碎土程度较差；深松法是用深松犁进行松耕，耕层土壤少量翻动，大部分移动，能疏松土壤，保持原有平整度和土壤养分的层次性，但适于水田深松的农具尚待进一步研究；旋耕法是用旋耕机进行旱旋耕或水旋耕，耕深12厘米左右，一次作业可完成翻、耙作业，旋耕后犁底平整，深度一致，土层不乱，土块细碎，无开闭垄，但耕层较浅。实行少耕的稻田宜配合用好化学除草剂。

（高佩文）

稻田养萍 (azolla culture in paddy field) 在稻田中放养红萍作为增加氮肥来源的一种途径。中国早在北魏时的《齐民要术》一书中就有记载。由于在红萍越夏、越冬以及孢子繁殖技术研究上取得进展，现今南自福建、广东沿海一带，北至黑龙江的松花江畔均有红萍养殖。

红萍与鱼腥藻共生，具有固定大气氮的能力，而且繁殖生长快。每公顷红萍的年固氮量为0.15～0.30吨。一般生长正常的红萍，其干物质约占鲜重的6～7%，含氮3～4%，含磷0.6～1.5%，含钾1.5～2.5%。不论作基肥或追肥，对水稻都有不同程度的增产效果。红萍根系的木质素含量较高，可以丰富土壤有机质含量，改善土壤物理性状，提高土壤肥力。红萍还有较强的从水中富集钾的能力。同时，红萍蛋白质含量较高，适口性好，又是一种优良的饲料。

稻田养萍主要有两种方式。一是水稻与红萍套养。即在水稻移栽前后放入一定数量的萍种，使其在水稻行、株间水面上生长繁殖，经过一段时间后，将红萍翻压土中。比较广泛采用的一种方法，是在中耕前排水，让萍贴泥，结合中耕，将红萍埋压入耕层中，隔日灌水，使部分余萍浮起再度繁殖，待到稻株分蘖高峰前结合晒田，彻底翻压入土，供水稻连续利用，一般每公顷可产鲜萍15～20吨。二是冬闲田放养。即将耐寒力强的细绿萍放养在适宜地区的冬闲田里，于水稻移栽前采用浅水整田，通过犁耙将萍体翻压入耕作层中作基肥使用，通常一个冬季，每公顷可产鲜萍75吨左右。

养萍稻田要施足基肥，增施速效耙面肥，缓和初期稻萍争肥的矛盾。磷是红萍繁殖和固氮的重要营养

元素、放萍后萍面喷施过磷酸钙液有增加红萍产量的效果。养萍期间宜浅水灌溉，既有利于水稻早发，又可使萍根触泥，防止叠萍压秧，对红萍繁殖有利。

（蓝泰源）

稻田养鱼 (raising fish in paddy field)

在稻田中放养速生鱼类以增加经济收入的一种措施。在中国具有悠久的历史，《魏武四时食制》中即有“郫县子鱼黄鳞赤尾，出稻田，可以为酱”的记载。四川省彭县出土有汉代陶制水田鱼池模型。唐代刘恂的《岭表录异》中更有“先买鲩鱼子，散于田内，一二年后，鱼儿长大，食草根并尽，既为熟田，又收鱼利，及种稻，且无稗草”等稻田养鱼方法和作用的详尽论述。1959年中国稻田养鱼面积曾发展到64万公顷，遍及南方各省，而后面积一度减少，1983年起又开始增加，成为农村多种经营增加收入的一个重要项目。

稻田养鱼有稻、鱼并作和稻、鱼轮作两种基本形式。例如，四川省主要是以稻、鱼并作为主，每公顷鲜鱼产量150千克左右，高产可达600～750千克；广东省以稻、鱼轮作为主，每公顷鲜鱼产量可达1 500千克左右；而湖南省则多利用稻田培育鱼苗，供江、湖、塘、库放养。

稻田养鱼主要指稻鱼并作，鱼取食大量的低等藻类和杂草，也取食浮游动物、小型昆虫、螺类以及部分农业害虫，限制了稻田生态系统中物质和能量流的外溢，使之转化为鱼产品，并以鱼粪便的形式归还给土壤，改善了水稻生长发育的环境条件。稻田养鱼宜放养适于浅水生活、能充分利用稻田中天然饵料的鲤、鲫、草鱼等速生鱼类，并采取设置鱼沟、鱼坑，选择高效低毒农药，把化肥用作基肥，作追肥时宜次多量少等措施加以适当解决。

南方一些地区的冬水田休闲期长，蓄水较深，全年均适于鱼类生长，放养的鱼种除鲤、鲫、草鱼外，还可放养部分鲢、鳙鱼，并适当加大放养密度，一般每公顷产鲜鱼400～500千克，高的可达750千克左右。

稻田养鱼前途广阔，在提供大规格鱼苗，直接生产商品鱼，改善稻田生态系统的结构与功能上，都可发挥一定的作用，是稻田综合利用的一个重要途径。

（蓝泰源）

稻田耘耥 (paddy field intertillage)

即稻田中耕除草。俗名薅秧。耘耥的作用主要在于耘除田间杂草，并有助于疏松表层土壤，耥平田面，改善土壤通透性；追肥与耘耥相结合，可使肥料与土壤充分融合，加速分解，减少流失。是水稻生长前期田间管理的重要措施，对促进水稻营养生长，有一定作用。当水稻群体发展过分繁茂时，借助深耘耥切断部分根系，结合晒田，又可抑制水稻分蘖和叶片过分伸长，起到协调群体与个体矛盾的作用。

稻田一般耘耥一二次。耘耥的方式有：①人力：用手或足在行株间耘耥。②小农具：即使用小钉耙、耥耙等小型工具耘耥。③机械：60年代中期开始发展机械耘耥，并研制出多种行间行株间耘耥机和耘耥施肥两用机。

使用化学药剂除草以后，对稻田是否还需中耕的问题，国内外均存在不同的看法。日本早在20世纪60年代以前稻田机械中耕已达较高的水平，以后广泛采用化学除草代替机械中耕。由于使用化学药物可能造成环境污染，加之又达不到松土的目的。中耕机械又重新受到重视并有所发展。在中国有的地区已经把化学除草与稻田耘耥相结合

（蓝泰源）

稻田杂草 (weeds in paddy field)

与稻株争夺养分、水分和阳光，传播病虫、恶化环境，降低稻谷产量和品质的稻田害草的统称。

杂草种类及其主要特征　据联合国报道，世界杂草约5万余种，其中8 000种为农田杂草。国际水稻研究所1983年报道，在稻田能造成为害的杂草324种；日本调查约190余种；中国稻田杂草种类约200余种，其中为害严重的常见杂草有20余种，大部分属于被子植物，包括单子叶植物和双子叶植物，少数为蕨类和藻类植物。现将主要稻田杂草的种类、主要特征、繁殖方式及为害地区见表。

生物学特性及传播方式　稻田杂草具有以下生物学特性：①多实性：绝大部分杂草结实力高于水稻几倍或几十倍，千粒重则轻(多在0.5～1克)。②生命力强：许多杂草种子能在土中保持几年至几十年寿命，有的经过畜禽的消化系统排出后或经堆厩肥后仍然发芽，如稗子在40℃左右厩肥中可保持生活力达1个月。③种子成熟程度与萌发时期参差不齐，陆续成熟散落，分批萌发生长，给清除杂草带来困难。④多种繁殖方式和顽强的再生能力，造成延续和蔓延为害。除用种

稻田杂草种类、主要特征及为害地区简表

编号	杂草名称	科　别	生育特性	学　名	主　要　特　征	繁殖方式及为害地区
1	稗（图1）	禾本科	一年生	*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.	丛生，秆粗壮，高50～130厘米，叶片线形柔软，主脉明显，无叶耳叶舌，圆锥花序，分蘖力强，小穗顶端有芒	种子繁殖 中国各稻区及世界温暖地区均有分布

（续表）

编号	杂草名称	科 别	生育特性	学 名	主 要 特 征	繁殖方式及为害地区
2	光头稗（芒稷）（图2）	禾本科	一年生	*Echinochloa colonum* (L.) Link	丛生，秆直立或下部倾卧，高10～40厘米，基部可分枝，叶线形，无叶耳叶舌，下部叶常呈紫红色，圆锥花序，直立，分枝单生排列疏松，小穗顶端具短尖头，无芒	种子繁殖。中国各稻区及世界温暖地区均有分布，还常见于稻田边
3	双穗雀稗（红绊根草）	禾本科	多年生	*Paspalum distichum* L.	根状茎及匍匐茎，长可达1米，高20～60厘米，节密被毛，叶线形至线状披针形总状花序2枚，指状排列	种子及根状茎繁殖。全世界稻田及旱地都常见，湖沼田受害更重
4	芦 苇	禾本科	多年生	*Phragmites communis* Trin	秆直立，高1～3米，直径2～10毫米，中空，粗壮的匍匐根状茎有很强的繁殖力、再生力；叶片大，叶舌有毛；圆锥花序长10～14厘米	种子及根状茎繁殖。适生于水湿环境，中国沿海新垦稻田及西北盐碱地有分布
5	千金子	禾本科	一年生	*Leptochoa chinensis* (L.) Nees.	须根，秆丛生直立，高30～90厘米，茎部膝曲；叶条披针形，叶鞘无毛，叶舌膜质，圆锥花序	种子繁殖。分布于中国南方稻区及河南等省；国外分布于东亚、南亚、东南亚。适生水边潮湿环境
6	升马唐（假马唐线草）	禾本科	一年生	*Digitaria adscendens* (H.B.K.)Henrard	秆基部倾斜，节易生根，高40～100厘米，叶线状披针形，叶舌膜质，总状花序3～10枚，指状或近轮生	种子繁殖。主要为害旱作，世界及中国各地均有分布。在云南危害陆稻，是多种稻病虫的中间寄主
7	异型莎草（球花蒿草、咸草）（图3）	莎草科	一年生	*Cyperus difformis* L.	须根，高10～45厘米，秆直立丛生，扁三棱形，平滑；叶比秆短，叶鞘稍长，褐色，长侧枝聚伞花序简单	种子数量极多，繁殖力强，遍及中国，南方稻区尤甚，成片生长，对直播稻田为害大。国外分布于苏联、日本、朝鲜、印度以及非洲、拉丁美洲各国
8	荆三棱（水三棱）	莎草科	多年生	*Scirpus yagara* Ohwi.	粗壮匍匐根状茎，顶端生球状块茎，秆三棱形，平滑，高70～150厘米，叶条形。长侧枝聚伞花序。有3～4个辐射枝，上生小穗。坚果外鳞片有倒刺	种子及根茎繁殖。中国南北方稻区常成片危害是恶性杂草之一
9	扁秆藨草	莎草科	多年生	*Scirpus biconcavus* ohwi-scirpus planiculmis Fr.Scnmidt	性状与荆三棱相近，唯花序短缩成头状	种子及根茎繁殖。中国南北方稻区常成片危害是恶性杂草之一
10	牛毛草（牛毛毡、绒毛头）	莎草科	多年生	*Eleocharis yokoscensis* (Franch et Savat) Tang. et Wang	极细的匍匐根状茎，秆细丛生如牛毛，高2～12厘米，常生长茂密如毡，吸肥力强，总状花序	种子及根状茎繁殖。分布世界各地及中国稻区，在秧田、干湿交替田蔓延最快。是稻铁甲虫的寄主
11	碎米莎草（三方草）	莎草科	一年生	*Cyperus iria* L.	须根，秆丛生，扁三棱形，高8～25厘米，基部具少数叶，叶短于秆，叶鞘棕红色，长侧枝聚伞花序复出	同异型莎草。国外分布于远东地区，朝鲜、日本、越南、印度、伊朗等国及大洋洲、非洲北部、北美洲及拉丁美洲

（续表）

编号	杂草名称	科　别	生育特性	学　　名	主　要　特　征	繁殖方式及为害地区
12	日照飘拂草（水虱草）	莎草科	一年生	*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl.	高10～60厘米，秆丛生，扁四棱形，叶线形与秆等长，长侧枝聚伞花序，一至多次复出	种子繁殖。中国南方稻区极常见
13	萤蔺（枪秆草、葱草）	莎草科	多年生	*Scirpus jancoides*	根状茎短，须根密，秆直立丛生，圆柱形，高25～60厘米，基部有2～3个叶鞘，无叶片，总状花序，小穗3～15个排列成头状	种子或根茎繁殖。中国南北稻区均有，是稻食根金花虫的寄主
14	矮慈姑（瓜皮草）	泽泻科	一年生	*Sagittaria pygmaea* Mig.	叶全部基生，高10～20厘米，叶线形或线状披针形，花序疏总状。花葶直立，雌雄异花，果实背腹有翅	种子繁殖。中国南方稻区浅水稻田和浅沼泽地极常见
15	泽泻（水白菜）	泽泻科	多年生	*Alisma orientale* (G.Sam) Iuzepz´	沼生，须状根，球茎，茎直立可达1米，叶全基生，柄长4～45厘米，花葶直立，分枝轮生，3～8轮组成大圆锥花序	种子及球茎繁殖。遍及中国各稻区
16	长瓣慈姑（野慈姑）	泽泻科	多年生	*Sagittaria sagittifolia* L. var. *longiloda* Turcz	水生，纤细匍匐枝，枝端膨大成球茎，叶长柄，叶片狭窄呈飞燕状箭头形，花序顶生总状，果实扁平，背、腹具翅	种子及球茎繁殖。遍及中国各稻区
17	鸭舌草（兰花草）	雨久花科	一年生	*Monochoria vaginalis* (Burm.f.) Presl et Kunth.	沼生，主茎极短，叶与花茎密集成丛，叶卵形至卵状披针形，有长柄，总状花序，两性花	种子繁殖。中国华东、华北沼泽及稻田均有
18	眼子菜（竹叶草）	眼子菜科	多年生	*Potamogeton distinctus* A.Benn.	根状茎匍匐，浮水叶互生，花序下叶对生，穗状花序生于浮水叶的叶腋，梗比茎粗	种子及地下茎的越冬芽繁殖。分布中国东北、河北及南方稻区
19	节节菜	千屈菜科	一年生	*Rotala indica* (Willd) Koehne	扩展或近直立，高10～15厘米，茎略呈四棱形无毛，具分枝、下部伏地，节上生根，叶对生，穗状花序，两性	种子及茎繁殖。中国南方稻区稻田常见
20	水苋菜（细叶水苋）	千屈菜科	一年生	*Ammannia bacoifera* L.	高7～30厘米，茎四棱形，无毛，分枝下部叶对立，上部叶互生，腋生聚伞花序，种子极小	种子繁殖。中国秦岭以南各省稻田常见
21	赛谷精草	谷精草科	一年生	*Eriocaulon sieboldianum* Sieb.et Zucc	沼生，柔弱，叶丛生于基部，狭条形，头状花序	种子繁殖。中国长江流域，华南、西南各省稻田常成片受害
22	空心莲子草（革命草）	苋　科	一年生	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	茎基部匍匐生长，中空，对生叶，无柄或近无柄，头状花序，常水生，生活力强	种子及茎繁殖。是中国南北方为害稻田严重的杂草
23	水马齿苋	水马齿科	一年生	*Callitriche stagnalis* Scop.	茎长10～20厘米，细弱，沉水叶；线披针形，浮水叶倒卵匙形，叶对生，花细小，单性，雌雄同株，雌雄花各一，同生在一个叶腋	种子繁殖。中国苏、皖、浙、闽、台湾诸省稻田均受为害

(续表)

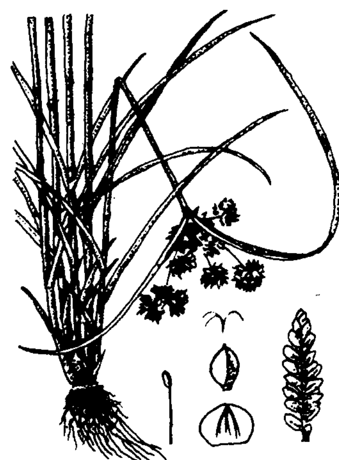
编号	杂草名称	科 别	生育特性	学 名	主 要 特 征	繁殖方式及为害地区
24	四叶萍（田字萍）	蘋 科	多年生	*Marsilea quadrifolia* L.	浅水或湿生，根状茎细长分枝，叶长出水面，四片小叶，倒三角形	孢子繁殖。中国各稻区和池塘均有
25	小茨藻	茨藻科	一年生	*Najas minor* All.	水生沉水杂草，茎细柔，叉状分枝，叶线形，花单性，雌雄同株	种子或冬芽繁殖。分布中国南方稻区

子繁殖外，还可进行营养或无性繁殖，尤其是多年生杂草，主要靠发达的地下茎或根进行营养繁殖，而且断茎只要有芽，都可长成新株。如一株眼子菜可结籽1 000多粒，还结几十至一百多个鸡爪芽；牛毛草、萤蔺、芦苇等以松状茎繁衍；扁秆藨草，长瓣慈姑、泽泻等以块茎和球茎繁殖；有些水生杂草则以小枝顶端密生的冬芽繁殖；萍类由孢子繁殖，速度也极快。⑤具备各种有利于传播的性状。杂草的传播方式，除一般根茎延伸和种子成熟落泥的重力传播外，还有长瓣慈姑等果实（有薄翅），可随水流传播；有的杂草果实具冠毛能借风力传播；荆三棱、扁秆藨草、萤蔺等果实（有刺钩），可挂在人畜皮毛（衣物）上携带传播。人为的影响对其传播也起重要作用，如随播种、施肥、粘带传播等；调运和交换种子所造成的远距离传播，常易传入外来新杂草种类，形成归化性杂草，很难除尽。


图 1 稗


图 2 光头稗

防除 杂草种类繁多，长期在各地不同自然条件以及不同栽培和耕作制度的影响下，形成各种顽强的适应性。因此，任何单一措施都不能有效地控制草害，必须制定综合防除措施，才能获得安全、高效和经济的结果：①实行合理的水旱轮作，可有效地消灭水生和沼泽生的大多数杂草。②秋季深翻，不但能将表土草籽翻入深层，使其不能萌发出土，还能趁多年生杂草未完全休眠时，切断地下营养繁殖器官，翻到土表曝晒而干死或受冬季低温冻死。③春天杂草萌发初期，结合犁耙整田，连根铲除田边杂草，并用泥糊埂，减少杂草入田机会。④长江流域早春进行秧田翻挖和灌水做田，诱发杂草萌生，在播种前再行灭草。⑤水稻出穗后成熟前要去杂留种和拔除稗草，或穗选留种；播前要经风、筛、泥（盐）水选种，除去秕粒和混入的草籽。⑥及早中耕除草，消灭杂草于幼苗期内。⑦灌溉抑草，灌水较深可防稗草、牛毛草等；排水晒田能消灭水生杂草。⑧堆厩肥必须合理堆积，充分腐熟而后施用。⑨生物防治，中国南方诸省将鸭群放进稻田或稻田养鱼，可起中耕除草和防治害虫的双重作用，或稻田养红萍以抑制杂草。⑩使用化学除草剂，常用的有五氯酚钠、除草醚、灭草灵、杀草丹、禾大壮等，国外使用较为普遍。中国多用于直播稻田。⑪调运种子时严格检疫。


图 3 异型莎草

（李成荃）

稻田整地 (land preparation of rice)

稻田播种或移栽前的土壤耕作。通过耕、耙、耖、平等作业，结合施肥、灌溉为水稻创造耕层深厚、肥沃松软、田面平整的土壤环境。整地要求：①适当加深耕层以增强稻田蓄水保肥和抗旱能力，扩大水稻根系范

围。以耕深约16～23厘米为宜。适时秋耕、早耕，有利于土壤风化和加强有机质的矿质化，提高土壤肥力。秋耕宜深，春耕可浅些。经过深耕细耙，结合全层施有机质肥，使土层松软肥厚，便于插秧，使移栽秧苗深浅一致，有利返青和保苗，可提高直播田的播种质量，利于幼苗生长。②实行旱、水平地相结合。田面平整是做好水层管理的基础。③对渗漏量大的砂质土壤及旱改水稻田在耕翻泡田后适当增加耙地次数，使土壤粘粒下移，可减少下层土壤孔隙，防止过多渗漏。对粘重透水性差的土壤经过秋耕晒垡可促进土壤松散，减少水耙次数，可提高渗透性能。④耕地时不留茬，不漏耕，以减少杂草和病虫为害。

各类稻田的整地技术如下：①冬闲田：前作收获后，秋耕深耕。北方冬闲田耕后不耙，冻垡过冬，翌年早春再浅耕一次，干耙一至二次，泡田后再耙平田面。盐碱地秋耕后一般不春耕，只耙一二次，使盐分集中地表，以利于洗盐。②冬作田：一年两熟或三熟地区，冬作物收获后，抢时耕翻，争取干耕晒垡几天，然后放水泡田耖平。冬作如为绿肥，宜在盛花期翻压，灌水浸沤，待腐烂后再水耕水耙。麦茬田收麦插秧时间紧，必须随收随耕。③冬水田：宜及早秋翻，蓄水过冬。春天再水耕水耙。④旱改水田：平整土地要实行挖沟取土，或挖取底土两种方法起高垫洼，以保持表土肥力均匀。泡田后适当多耕多耙，以减少渗漏。⑤直播田：整地同插秧田，但为便于机械作业，多采用旱耕旱耙，再灌水耖平；旱直播和旱种稻田全部整地作业在旱地状态下完成，为提高整地质量，要特别注意掌握适耕期耕作，并结合镇压。

稻田整地实行连年耕翻并不是最佳的耕作法，可与免耕、少耕和耕翻适当轮换应用(见**稻田少耕**)。

（高佩文）

稻种资源 (rice germplasm resources)

供人类研究利用的所有稻属植物。包括稻属野生种、古老农家品种、改良品种、突变体及遗传测试材料等。

在粮食作物中，稻种资源最为丰富。稻种的多样性主要是由于地理上的广泛分布而产生的生态、遗传上的适应性变异。在东南亚、非洲和南美洲，稻可以在不能种植任何其它农作物的环境（如深水、重盐碱土、强酸土等）中生长。为害水稻的病虫灾害很多，但在自然界中也蕴藏着大量的抗源。因此，丰富的稻种资源是分类、遗传、育种研究的好材料。

野生稻种的染色体组型　稻属是一种古老的植物，原产地可追溯到冈瓦纳古大陆，其祖先大约在1.3亿年前的白垩纪以前就广为分化。随着古大陆的断裂和漂移，这些种便散布于世界各地。现今热带亚洲、非洲、拉丁美洲、大洋洲都有稻属不同野生种存在，便是本属源远种繁的一个明证。稻属共有20个种，其中2个为栽培种，即亚洲栽培稻(或称普通栽培稻)和非洲栽培稻(或称光身栽培稻)，其余18个种均为野生稻。稻属植物有一个共同的祖先，但尚未确定是那种植物。形态上近缘的属是李氏禾。所有稻属野生种都分布在28°N以南的热带、亚热带地区，其产地为河流沿岸、沼泽地、低洼地、坡地或旱地，多年生或一年生，种子休眠性和落粒性很强。细胞染色体数(2n)分24和48两类。栽培稻及其近缘种如普通野生稻、尼瓦拉野生稻、巴蒂野生稻、长药野生稻(包括典型的野生稻和野栽中间型的杂草)都具有ＡＡ染色体组，2n＝24。药用野生稻（2n＝24）及所有的2n＝48的野生稻如小粒野生稻、高秆野生稻等，都具有ＣＣ染色体组，其另一组为ＢＢ或ＤＤ或ＲＲ。稻属中某些野生稻如疣粒野生稻等的染色体组型，迄今没有确定。亚洲栽培稻与普通野生稻的亲缘最近，虽属两个种，但很容易杂交，产生可育的后代，因此认为亚洲栽培稻是由普通野生稻演化而来的。非洲栽培稻与巴蒂野生稻也有类似的亲缘关系(见**野生稻**)。

亚洲栽培稻的生态类型　亚洲栽培稻起源于喜马拉雅山麓的印度东北部、不丹、尼泊尔、缅甸北部、中国西南部一带，并经长期传播，广泛分布于世界各地。在广大区域不同水土条件的影响下，加上自然选择和人工选择的作用，亚洲栽培稻便形成了适应各种地理环境，如多雨积水地、低洼沼泽地和河流沿岸的季节性深水田的土地生态型。又由于不同纬度和海拔高度的影响，形成了对光照和温度具有不同敏感性的光温生态型。

丁颖关于普通栽培稻生态型的划分，认为在不同气候、土壤、季节和栽培的影响下，栽培稻的光温反应、需水习性、胚乳淀粉特性等方面发生了分化，从而形成了籼、粳两大类，再按早、晚，水、陆，粘、糯划分为16个变种。

非洲栽培稻的生态类型　非洲栽培稻也存在许多生态类型，特别对于水分条件的适应范围很广，从陆稻到深水稻各种类型都有。在湿润状态的土壤上，非洲栽培稻能与其它杂草和灌木混生，成为一种不依靠人工管理的自生作物。但它的全部多样化变异范围则远不如普通栽培稻，其原因可能与当地的人口密度小，南北分布狭窄，地势平坦以及栽培条件较差有关。由于能适应非洲生态环境的普通栽培稻的面积迅速扩大，和非洲农业积极引进先进的耕作技术，有些地方非洲栽培稻已逐渐沦为亚洲栽培稻的田间杂草。

稻种资源的收集和交换　中国稻种资源的收集始于本世纪50年代，后经70年代补充征集，共有4.3万余份，经整理入目的约为3万份，其中地方品种约占86%，引进品种占10%，育成品种占４%。

印度也是稻种资源丰富的国家之一，据统计总数约有２万份。美国登记的品种数保持在7 000份上下。

日本60年代收集的地方品种约为1 300多份。菲律宾约保存1 000份。斯里兰卡2 500多份。泰国50年代收集6 739份，经鉴定整理，选出2 434份基本类型。西非水稻发展学会从6个非洲国家共约收集到7 000多份稻种资源。

1960～1970年国际水稻研究所征集到1.2万份。当高产半矮秆品种在南亚和东南亚广泛取代传统的高秆品种时，国际水稻育种家担心稻种资源有丧失危险，因而鼓励该所组织和协调这一地区稻种资源的全面考察和搜集。到1983年，该所搜集到稻种资源计有亚洲品种6.7万份，非洲品种2 600份，野生稻1 100份和遗传测试材料690份。由于贮藏设备条件较好和保管制度也较健全，绝大部分稻种的遗传种质已置于比较安全的人工保护之下。

为了扩大品种的作用，国际间资源的交换极为重要。翻开稻作育种历史，就会发现许多有价值的经济性状（基因）往往来自异国。中国籼稻矮化育种最重要的矮源矮仔粘，据考证系由东南亚传入，籼型杂交稻的强优恢复系IR 24、IR 26、IR 36均来自国际水稻研究所。日本抗稻瘟病育种鉴定出的13个抗性基因，大部分是由别国引入日本的。30年来与中国交换稻种资源的国家遍及各洲，交换的品种约计3 000多份。国际水稻研究所对于稻种的交流更是起到主要桥梁作用。

稻种资源的鉴定和利用　稻种资源数量多，特性鉴定工作量大，因此技术上要求一次能容纳大量样品、并能得出准确可靠的结果。

基本形态和农艺性状　中国农业科学院作物品种资源研究所、中国水稻研究所等单位，先后对几千份国内农家品种和国外引进品种进行了65项基本形态和农艺性状的鉴定，就中总结出平均有效穗在20个以上的有早籼早黄岩、中籼细叶青、晚籼宁德粘以及引进粳稻千本旭等多穗形品种，每穗平均粒数在200粒以上的有中籼顺子白、晚籼罗千京、晚粳穗以及引进粳稻士稿1号等大穗形品种，千粒重在30克以上的有中籼安吉三粒寸，以及40克以上的引进粳稻戈斯蒂玛等大粒品种。

抗病、虫性　在稻瘟病方面，1976～1979年在中国13个省市（自治区）鉴定了2 187个国内外籼、粳稻材料，找出中籼红脚占、砦糖、晚籼赤块矮选，早籼珍农13选，中粳中系7 604等抗性强，抗谱广，可作抗源利用。育成的抗病品种，有用日本引进的砦2号育成中花8号，用BL 7育成吉粳61，用神乐糯育成秀水48等。在生产上直接利用的有IR 26、IR 29、世界（农垦58）等。

在白叶枯病方面，1975～1983年全国鉴定对白叶枯抗性的国内外材料数以万计。来自国外的有名抗病品种有TKM 6、Ptb 23、ASD 7、DV 85、Babawee、Pelita I-1、IR 20、IR 26、BG 90-2、矢租、印度诺等。

中国多数育种单位利用抗性好的抗源亲本与经济性状优良的品种杂交，选育对稻瘟、白叶枯双抗、米质好、产量高的新品种。如广东用IR 20×竹印2号的杂交后代抗白叶枯的C 1004再与抗寒性强的晚稻品种双华矮杂交，育成抗寒、抗白叶枯的晚籼华竹矮及其复交衍生品种青华矮。

主要稻作害虫及有关病毒病的抗性鉴定、筛选工作表明，所有抗褐稻虱的品种都是籼稻，而且大多数来自印度南部和斯里兰卡。中国湖南省从大量资源中鉴定出一些能抗褐稻虱的品种，有的品种对叶蝉及普通矮缩病和黄矮病表现免疫。江苏省参加国际稻抗稻蓟马筛选鉴定，找出ASD 5、Heenati 662、Kalubabawee等高抗品种。

耐寒性　为了选育耐寒的水稻品种，解决低温对水稻生育的影响，经过大规模的鉴定工作，筛选出一批在不同生育期（芽期、分蘖期、花粉母细胞减数分裂期、开花期）耐寒的品种。另与国际水稻研究所合作，开展品种耐寒性人工鉴定，结果表明，来自高海拔和高纬度地区的品种耐寒性较强。中籼冷光有极强的耐寒性，并且超过了日本北海道的耐寒品种。

耐盐性　中国关于稻种资源的耐盐性鉴定，江苏省于1980年鉴定出原产印度的M 114耐盐性强，产量高。中国农业科学院品种资源所1983年对2 000多份水稻品种进行了耐盐碱筛选，结果耐盐性强的品种有424、兰胜（来自日本）等。辽宁省的试验结果表明，盐81-210的耐盐性胜过兰胜。

稻米品质　稻米品质主要对外观品质、碾米品质、蒸煮品质和食味以及蛋白质含量等营养成分的测定。

中国农业科学院曾收集全国稻区200多个水稻良种，进行品质分析，在蛋白质含量方面，曾找出含量高达15.5%原产云南省陆良县的乱脚龙和含量达12.9%的湘矮早7号，但蛋白质含量不是优质米的唯一重要指标。国际上对于稻米品质着重于碾米品质和食味。

用中国南方征集的近600个水稻品种进行直链淀粉含量、胶稠度和糊化温度的分析表明，大部分籼稻品种具有高直链淀粉含量（平均为26.2%）、硬胶稠度（40毫米以下）和中等（70～74℃）或低（55～69.5℃）的糊化温度；大部分粳稻品种具有低直链淀粉含量（平均为17.9%）、中等（40～60毫米）或软（60毫米以上）胶稠度和低糊化温度；糯稻不含或含极少量（2%以下）直链淀粉、软胶稠度和低糊化温度。优质米在蒸煮食用品质方面为中等（籼）或低（粳）直链淀粉含量、软胶稠度和中等糊化温度。　（林世成）

稻作病害 (rice diseases)　指真菌、细菌、病毒、线虫侵染水稻致病和非侵染性生理病害。世界

上生长在水稻上的微生物约230余种。中国发生的侵染性病害中，已知真菌病约50种、细菌病4种、病毒病8种、线虫病10种。其中稻瘟病广泛分布于世界各稻区，也是中国稻区的重要病害；稻纹枯病各稻区普遍发生，中国以长江流域为害较大；稻白叶枯病主要分布于亚洲、大洋洲稻区，中国南方稻区发生已有70多年的历史，现除新疆维吾尔自治区外，遍及全国各地。在湖南、广东和海南省，于1963年和1975年先后发现凋萎型白叶枯病，华南、华中稻区也有发生。水稻病毒病、恶苗病、烂秧发生也较重。水稻菌核病、赤枯病、褐色叶枯病、云形病、窄条病、细菌性褐条病、干尖线虫病、稻曲病、细菌性条斑病在部分地区发生亦较重。东格罗病在东南亚较普遍，中国尚无发现。草丛矮缩病，中国亦未发现。

播种至分蘖期病害　主要有生理性烂秧，绵腐病、立枯病引起的烂秧，为中国北方水稻苗期和南方早稻秧田期严重病害（见**烂秧**）。苗稻瘟在南方稻区发生亦重。水稻恶苗病近年局部地区有回升趋势。水稻普通矮缩病在长江以南稻区发生较重。

稻苗绵腐病　为真菌病。水秧田或水直播田常发生。由层出霉 *Achlya prolifera*、稻绵霉 *A. oryzae* 和鞭绵霉 *A. flagellata* 等绵霉菌的几个种及稻腐霉 *Pythium oryzae*、瓜果腐霉 *P. aphanidermatum* 和层出腐霉 *P. proliferum* 等腐霉属的几个种寄生在初发芽的稻粒上，引起烂秧。播种质量差、播种过早、幼苗长势差或遭受低温冻害时易发生。发病后，幼芽基部长出白色绒毛（菌丝），绒毛有时附着藻类呈绿色，或沉积铁质呈褐色。病情蔓延快，能造成秧苗大片死亡。防治方法：适期播种；采用塑料薄膜育秧或湿润育秧；晴暖天气排水晒田，促进秧苗扎根；发病田可采用化学药剂防治。

稻苗立枯病　为真菌病，由禾谷镰刀菌 *Fusarium graminearum*、木贼镰刀菌 *F.equiseti*、尖孢镰刀菌 *F. oxysporium* 等镰刀霉属的几个种及茄丝核菌 *Rhizoctonia solani* 侵染引起的病害。病苗叶尖初现黄色，逐渐枯干纵卷，基部变黑褐色，软化腐烂，拔时易断。旱秧田或覆土过深的秧田种子发芽不良，幼苗生长缓慢时易受害。其防治方法与稻苗绵腐病防治方法相同。

稻普通矮缩病（Dwarf virus）　为病毒病，主要由黑尾叶蝉传毒，电光叶蝉和大斑黑尾叶蝉也传毒。初侵染源主要是获毒越冬的黑尾叶蝉三四龄若虫。症状为植株矮缩，分蘖增多，叶色浓绿，叶片短而僵硬，叶片或叶鞘上呈现黄白色与叶脉平行的点状虚线。始病叶以下的老叶上一般不出现典型症状，孕穗后发病的在剑叶或剑叶鞘上表现症状，出穗后发病，仅在剑叶叶鞘上表现病斑。病株根系发育不良，老根多。分蘖前发病的一般不能出穗，引起的损失也最重。后期发病的出现包颈穗，穗形小，空瘪粒增多。晚稻在幼苗期至分蘖期如遇上黑尾叶蝉迁飞高峰期，发病重。防治方法：选用抗病良种，熟期相同品种连片种植，加强肥水管理，防治传毒害虫。

稻东格罗病（Tungro）　为病毒病。传毒昆虫主要为二点黑尾叶蝉，传病率高达80%以上。黑尾叶蝉也能传病。分布于菲律宾、印度、泰国、马来西亚、印度尼西亚、斯里兰卡和巴基斯坦等国，是东南亚水稻主要病害之一。病株新叶扭曲，叶脉间发生褪绿斑，老叶自叶尖向内褪成黄至橙黄色，后生大小不等的锈斑。病株分蘖一般与健株相仿或稍少。感病品种的病株矮化并持久发黄；中度感病品种的病株在一个时期褪绿明显，后不明显或逐渐消失；抗病品种的病株矮化不明显，褪绿轻微并能恢复。同一感病品种的病株矮化程度，随感染时间的推迟而减小。主要是选用抗病品种，如IR 20等。

草丛矮缩病（Grassy stunt）　为病毒病。病原为类菌质体。传毒昆虫为褐稻虱。分布于菲律宾、印度、斯里兰卡等国。病株严重矮缩，分蘖过多，呈丛簇状，直立着生，叶色褪成浅绿或淡黄，幼叶上有时出现斑驳或条纹，老叶上生出大小不同的锈斑。稻田氮肥充足，叶为绿色，病株可活到成熟期，但一般不能出穗结实。主要是防治媒介昆虫。

分蘖至出穗期病害　主要有稻瘟病、白叶枯病和纹枯病，均为中国稻区的重要病害。

稻瘟病 *Pyricularia oryzae*　为真菌病。为害程度山区重于平原，粳稻重于籼稻，晚稻重于早稻。流行年减产一二成，重的四五成，甚至绝收。症状因发病时期和部位不同而异。稻瘟病的发病条件是：气温20～30℃发病，24～28℃、相对湿度90%以上最适于孢子形成和侵入。阴雨、多雾、日照少，施氮肥过多、过晚，种植过密，长期淹水，冷水灌溉，易于大流行。生长后期20℃以下持续低温、阴雨，易发生穗颈瘟。防治方法：选用抗病良种；稀播，培育无病壮秧；适当密植；合理施肥、灌水，适时烤田；掌握防治适期，喷施三环唑、富士1号、异稻瘟净、克瘟散、稻瘟宁、多菌灵等药剂；处理带病稻草和种子消毒，减少菌源。

苗瘟　多由种子带菌引起，单季晚稻秧田和连作晚稻秧田受害重，三叶期前发生，一般无明显病斑，多变为黄褐色枯死。三叶期后叶片发病（苗叶瘟），病斑短纺锤形或密布不规则小斑，灰绿色或褐色，空气湿度大，病斑生灰绿色霉（分生孢子）。严重时，秧苗成片枯死。

叶瘟　叶片发病，一般在分蘖盛期盛发。病斑有4种类型：①急性型：病斑不规则，由针头大小至近似绿豆大，大病斑两端稍尖，水渍状，暗绿色，背面密生灰绿色霉，为病害大流行的预兆；②慢性型：病斑梭形，外围黄色（中毒部），边缘褐色（坏死部），中心

灰白色(崩坏部),褐色坏死线向两头延伸,病斑边缘或背面常有灰绿色霉;③褐点型:病斑为褐色小点,局限于叶脉间,多在抗病力强的稻株的中、下部叶片出现;④白点型:病斑呈圆形或近圆形的白色小点,气温较高时多在感病品种嫩叶上发生,气候适宜发病时,可转为急性型病斑。重病田病株多在孕穗前枯死,全田呈火烧状;未枯死稻株,新叶不易伸长,植株萎缩,不出穗,或出短小的穗。

穗颈瘟及枝梗瘟　发生在穗颈和穗轴或小穗枝梗上,初为淡褐色病斑,后病部向上、下扩展,可达2～3厘米,变深褐带黑色。病部组织枯死,造成白穗或瘪谷。

节瘟　一般发生于剑叶下第一二节,节上初生黑褐色小斑点,逐渐成环状扩展,使整个节部变黑褐色,凹陷,易折,发生早,形成白穗。

粒瘟　发病早的病斑呈椭圆形,中部灰白色,以后使整个谷粒变成暗灰色的秕谷;发病迟,形成不规则的黑褐色斑点。

稻白叶枯病 *Xanthomonas oryzae*　为细菌病。发病时叶枯型病斑多从叶尖或叶缘开始,初为暗绿色线状短斑,后沿两边蔓延扩展,形成边缘有波纹的长条状病斑,病斑渐为黄褐色,后呈枯白色;有的先在叶片的中脉部分表现症状,沿中脉上、下发展;有的还可出现叶片迅速脱水,向内卷曲青枯,表示病害正在急性发展。天气潮湿和早晨有露水时,病部表面有蜜黄色珠状菌浓溢出。病菌主要在稻种内和稻草上越冬。播种病稻种或用病稻草盖种、捆秧等感染秧苗。在田间主要靠风雨和流水传播蔓延,从水孔和伤口侵入,暴风雨有利于病害发生和流行。秧苗淹水,本田长期深水漫灌、串灌,发病严重。受害植株叶片干枯,不实粒增加,米质松脆,千粒重降低。防治方法:严格进行种子检疫,无病区不从病区引种、调种;发病区,选用抗病品种,种子消毒,处理病稻草;发现发病中心,适时喷施叶枯净、敌枯双、代森铵、川化-018等药剂。

稻纹枯病 *Corticium sasakii*　为真菌病。世界各地普遍发生,中国多发生在高产稻区。一般在分蘖盛期到出穗期盛发,出穗前后10天左右为发病高峰期。先在近水面叶片的叶鞘上出现暗绿色水渍状小斑点,渐扩大为椭圆形云纹状病斑。病斑边缘褐色,中央淡褐色至灰白色,潮湿时病斑呈灰绿色,水渍状半透明。病斑增多后,连成大块不规则的云纹,向稻株上部叶鞘、叶片发展,严重时可蔓延至穗部。病部表面可形成初为白色绒球状,后变成暗褐色的小颗粒(菌核),天气特别潮湿时,可长出白色粉末(担孢子)。寄主范围广,以菌核在田里越冬,翌年春耕灌水时,菌核大部分和浪渣混在一起,随水漂浮。插秧后菌核逐渐粘附于近水面的叶鞘上,温湿度适宜时,菌丝萌发侵入为害,并接触侵染邻近稻株扩展蔓延,病部新形成的菌核落在水面,随水漂浮,可进行再侵染。早稻收割后遗留田中的菌核,为晚稻发病的主要来源。纹枯病喜高温高湿。深水漫灌,施氮肥过多,阔叶型品种,高度密植,田间郁闭,不通风透光的稻田等发病较重。防治方法:打捞菌核,并烧毁或深埋;加强肥水管理;及时喷施井冈霉素、多菌灵、托布津等药剂。

出穗至成熟期病害　主要有稻曲病、稻粒黑粉病零星发生,一般为害不重,严重时减产,米质变劣。

稻曲病 *Ustilaginoidea virens*　真菌病。水稻多在出穗开花阶段感病,形成穗部病害。通常在晚稻上发生,糯稻发病较重,严重发病率可达60%以上,每穗有病谷1～5粒,多的达20～30粒,常造成较大损失,被害谷粒先在颖壳的合缝处露出淡黄绿色的小菌块,逐渐膨大,最后包裹全颖壳,为墨绿色或橄榄色,表面平滑,最后开裂,布满黑绿色粉末(厚垣孢子)。水稻生育后期过于嫩绿茂盛,开花期又遇降雨和高温,有利于病菌的发育(26～28℃适宜病菌生长),易发病。氮肥施用过多或田水落干过迟,水稻接近成熟时,叶片仍浓绿者发病较重。发病轻重与品种关系很大。防治方法:选用抗病良种;不在病田留种;及早烧毁发病田秕谷;选用无病种;用抗菌素"402"或硫酸铜、福尔马林消毒种子;加强栽培管理;本田适时喷施井冈霉素等。

参考书目

浙江省农业科学院植物保护研究所:《水稻病毒病》,农业出版社,北京,1975。

华南农学院、河北农业大学主编:《植物病理学》,农业出版社,北京,1980。

(李成荃　夏　粲)

稻作虫害 (insect pests of rice)　据联合国粮食及农业组织1979年报道,对稻作为害的昆虫,约有1 300余种,其中在经济上起破坏作用的约占10%。国际水稻研究所1980年资料,亚洲稻作因虫害估计损失谷物30%,非洲损失约15%,欧洲和南北美洲损失低于5%。中国已知稻虫约380种,其中重要的40多种。华南地区稻作的主要害虫有三化螟、粘虫、二化螟、台湾稻螟、大螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱、稻叶蝉、稻负泥虫、铁甲虫、稻椿和稻蝗等。稻瘿蚊为该区特有的重要害虫,分布于27°N以南。西南地区为害稻作的主要昆虫种类与华南相似,但分布随海拔高度不同而异。华中、华东两地区有的地方以三化螟为主,有的以二化螟为害较重。湖南、湖北有褐边螟为害;稻飞虱、稻叶蝉、稻蓟马、稻纵卷叶螟、稻苞虫、稻螟蛉、稻椿分布普遍;稻负泥虫在山区为害;稻根叶甲、铁甲虫、稻摇蚊局部发生。华北地区稻摇蚊、稻飞虱、蝼蛄、稻苞虫发生普遍,为害较重;二化螟较轻。东北地区稻叶毛眼水蝇、泥苞虫、白背飞虱、稻负泥虫为害重;二

化螟、稻苞虫、稻蝗局部发生。西北地区稻水蝇分布普遍，为害较重；白背飞虱、金翅夜蛾局部发生。

秧苗至分蘖期虫害　主要有稻叶蝉类、稻蓟马类、稻叶毛眼水蝇、稻飞虱类、稻摇蚊、稻水蝇、泥苞虫类和稻负泥虫。

稻蓟马 *Chloethrips oryzae*　一年发生8～10代以上，繁殖快，蔓延迅速。越冬寄主是禾本科杂草、再生稻、大、小麦。次年春开始活动，先在杂草、麦类上为害，后转入秧田繁殖为害，并随秧苗带入大田，相继为害早、中、晚稻。晚稻收获后逐渐转入越冬场所。成虫和第一二龄若虫刺吸水稻叶片汁液，破坏叶绿素，初期叶尖出现白色斑点，卷折萎枯，以后叶片大部枯黄，严重时，叶片枯死，如火烧，少数为害穗。用药剂防治。

黑尾叶蝉 *Nephotettix cincticeps*　一年 4～7代，由北向南递增；以三四龄若虫和少数成虫在绿肥、小麦田及田边杂草上越冬。若虫 3 月中下旬羽化，4月至5月迁入秧田产卵为害，7月至9月发生最多，9月至10迁回杂草中越冬，成虫及若虫群集稻丛基部，刺吸为害叶及叶鞘，形成棕褐色斑，逐渐变黑，枯萎而死，状似火烧。并传播水稻普通矮缩病、黄矮病和黄萎病。出穗灌浆期为害，稻秆下部组织受破坏，造成倒伏，并吸食稻粒浆液，形成半枯穗或白穗，对产量影响很大。防治方法：选用抗虫良种；加强肥水管理，避免后期贪青；秧田及早栽晚稻要进行药剂防治；早稻收割时，灭除田边存留害虫。常用药剂有速灭威、叶蝉散、马拉松、杀螟松、杀螟腈、巴丹、乐果、亚胺硫磷、稻瘟宁、稻瘟净加乐果等。

稻负泥虫 *Oulema oryzae*　各地一年均发生一代，以成虫在杂草丛中和根际土内以及茅草、矮竹丛中越冬，出蛰后初食禾本科杂草，秧苗长出后，迁入稻田，产卵于稻叶。幼虫为害早、中稻，成虫稍取食后越冬。被害叶残留表皮，严重受害叶片，灰白干枯，甚至整株枯死。初孵幼虫用敌百虫喷粉可灭除。

分蘖至出穗期虫害　主要有三化螟、二化螟、大螟、稻纵卷叶螟、稻叶蝉类、稻飞虱类等。褐边螟、稻瘿蚊、粘虫类、稻苞虫类为害亦较重。其他如稻椿类、稻缘椿类和稻拟叩甲等亦有一定为害。

稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinatis*　一年发生2～7代。有迁飞性，30° N以北地区不能越冬。南岭以北至30° N左右，仅个别地点或年份见到零星蛹及幼虫越冬。南岭以南可见少量幼虫和蛹在田间越冬。20° N以南周年繁殖为害，卵扁平，散产于稻叶上。幼虫 5 龄，黄绿色，老熟后桔黄或桔红色，初孵时群集于心叶和叶鞘内啃食叶肉，形成白斑，随后吐丝卷叶为害，严重时全叶枯白，造成减产。防治方法：选育抗、耐虫品种；卵盛孵期或三龄幼虫高峰期用药剂防治。

三化螟 *Tryporyza incertulas*　一年 2～7代，以幼虫在稻桩内越冬。雌蛾喜在生长茂盛、嫩绿的稻株叶上产卵。稻苗易受害呈枯心。分蘖盛期，叶色嫩绿，如遇发蛾盛期，受害重。出穗稻株易受害成白穗。灌浆后期受害呈虫伤株。防治方法：春耕灌水消灭越冬蛹，留种绿肥田春淹灌稻桩3～4天；发生时用杀螟松、杀虫双、巴丹等药剂防治。

二化螟 *Chilo suppressalis*　幼虫除为害水稻外，还为害玉米、谷子、甘蔗、茭白等。一年发生1～5代，以幼虫在稻草、稻桩及其他寄主根茬中越冬。幼虫淡褐色，背面有 5 条棕褐色纵线。初孵在叶鞘内为害，二龄末期或三龄蛀入稻茎，由于受害时期不同，可出现枯鞘、枯心、枯孕穗、白穗或虫伤株等不同被害状；在水稻茎秆内或茎秆与叶鞘之间化蛹。防治方法：处理带虫稻草；春灌杀蛹；适时用药防治，施用药剂同三化螟。

乳熟至成熟期虫害　主要有稻螟类、稻飞虱类、稻叶蝉类、蝼蛄等为害。

褐飞虱 *Nilaparvata lugons*　成虫及若虫常蔓延成灾，受害植株枯萎，并可传播草丛矮缩病、齿叶矮缩病和凋萎型矮缩病。防治方法：选育抗虫良种；保护和利用天敌；用叶蝉散、速灭威、混灭威等药剂防治。

白背飞虱 *Sogatella furcifera*　卵多产于叶鞘肥厚部分组织中；也有产于叶片基部中脉内和茎秆中，尤以下部第二叶鞘内较多。若虫以分蘖后期至穗期为害为主，初夏多雨，盛夏干旱，是大发生预兆。与褐飞虱同具有远程迁飞性。防治方法同褐飞虱。

参考书目

王德民、梁兴善编：《北方水稻害虫》，农业出版社，北京，1980。

（李成荃　夏　桀）

《稻作科学技术》（*Rice, its Breeding and Cultural Practices*）　由稻作专家周拾禄编写的一部水稻专著。根据国内外有关文献，结合作者在稻的起源、籼粳亲缘关系等方面的研究成果及实践和农民的创造性经验，系统地阐述了稻作的各项科学技术，反映了稻作的理论和实际。

全书包括四个部分。第一部分为稻的生长发育及其形态、稻的生理、稻的生态等 3 章26节，是稻作的生物学基础。第二部分为稻的种类、稻的细胞遗传、稻的育种等 3 章16节，是稻作育种的理论基础及其实施方法。第三部分为水稻一般栽培和特殊栽培，分 2 章14节，一般栽培叙述了单季稻的秧田和本田两阶段的栽培方法，特殊栽培叙述了直播栽培、多季稻栽培、水田旱地轮换栽培、早期栽培、晚期栽培、机械化栽培等。第四部分叙述了旱稻的特性、特征及其栽培方法，计 1 章 6 节。由农业出版社1981年出版，共

569千字。　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（柯象寅）

灯心草（rush）　灯心草科灯心草属中的一个栽培种 *Juncus effusus* L.，多年生草本植物。别名席草、蔺草。因茎髓部可作灯心而得名。茎秆是编织原料，全草入药治五淋。中国公元9世纪就有人工栽培的记载，16世纪的《农政全书》记述了种植管理的方法。主产区为浙江、江苏、福建、湖南、台湾和安徽等省，朝鲜、日本也有生产。


灯心草

须根系；地下茎匍匐生于表土层，有节并被鳞片，粗约2毫米；地上茎秆圆柱状，高120～150厘米，粗1.5～4毫米，基部着生鞘叶；花侧生茎秆端部，聚伞花序，小花两性，自花授粉；蒴果，种子纺锤形。

灯心草属长日性喜荫凉作物，宜湿润、怕高温，耐盐性能差。以微酸性或中性有机质含量高的粘壤土为宜。发育阶段分蘖芽萌发、茎秆伸长、开花结实3个时期。全生育期250～270天。蘖芽萌发最适温度为20～23℃，高于35℃或低于5℃蘖芽处于休眠态；茎秆伸长最适温度为18～23℃。

栽培管理分草秧期和本田期两个阶段：

草秧期主要是育秧阶段，约100天。草秧可用种子繁殖，也可用老草株进行无性繁殖。无性繁殖有两种方法：①高割留苗法。选长势直立整齐的老草秧，割草时留草桩6厘米左右，然后施肥、灌水促其再生、长秧。生长过旺、分蘖过多时，要控制水肥，并通过浅灌凉水，来壮秧。②移栽育苗法。割草时留草桩16～17厘米，使其再生，然后挖穴，以16×16厘米的株行距栽插再育。

本田期又分移栽期、基本株形成期、茎秆快速伸长期和成熟期。移栽前要施基肥并将田耙成糊状。每公顷插18～24万丛，插深3.5～5厘米，插后至翌年春季生长缓慢，易滋生杂草，要勤锄以灭草害。基本株形成期要“打脑”，即割尖，以抑制生殖生长，促进蘖芽萌发。从蘖芽萌发开始，就要分期施肥，适时灌水，以满足茎秆伸长的需要。主要病虫害有席草螟 *Bradilla* sp. 和中华稻蝗 *Oxya chinensis*，发现后要及时防治。茎秆由浓绿转翠绿，由柔软变稍硬且滑而有光泽时，为成熟适度，应及时收获。　　　　（李林生）

等级相关（rank correlation）　两个变数以等级或位次表示时的线性相关。其相关系数记为 r_s 表示，用于分析以等级表示的质量或数量资料间的关系。计算公式为：

$$r_s = 1 - \frac{6(\sum d^2)}{n(n^2-1)}$$

式中　d为各对等级的差数（x－y），可为正值或负值；n为样本容量，即等级对的数目。

等级相关系数的性质：① r_s 的取值区间是［－1，1］，有正负之分。② r_s 的绝对值愈大，表示x、y两变数间等级相关程度愈高。等级相关系数的显著性测验和线性相关系数 r 相同，可用t测验法或按自由度 r＝n－2直接查相关系数临界值表。　　　　（翟婉萱）

荻　禾本科芒属中的一个种，学名 *Miscanthus saccharifleus* (Maxim.) Benth. et Hook. f. 多年生草本植物。又名岗柴、江荻。是茎纤维作物，其纤维品质佳，造纸性能好，同时是制人造纤维的尚好原料。

中国为荻的主产国，主要分布在江苏、江西、安徽、湖南、湖北等省。湖南洞庭湖区的荻最为有名。日本、朝鲜也有栽培。在中国原为野生种，1956年开始人工栽培，常年面积约10万公顷，产量为80万吨左右。


荻

株高0.6～5米，基部茎粗0.5～2.5厘米。叶条形，圆锥花序，由纤细的总状花组成，黄褐色或紫红色。每穗有种子4 000粒左右。颖果紫红色，外包有茸毛的颖片，熟后随风飘落（见图）。

荻多生长在湖洲、河堤或山坡草地，对气候、土壤要求不严格，耐旱、耐寒、耐涝。全生育期240～280天。一般2月中旬前后，气温稳定通过5℃时，地下茎上的休眠芽萌动。4月至6月为生长盛期。7月中旬，幼穗开始分化。9月抽穗、开花。11月中下旬种子成熟。有性繁殖、无性繁殖均可。种子繁殖的成活率高，繁殖系数大。一般3月中下旬播种，8月至9月移栽。淤泥地可直接栽插，插植深度为10厘米左右；旱地需将地翻耕、整平，挖穴移栽，栽后浇水。无性繁殖是在荻收获后，选择一二年生的无病地下茎，将其截成25～30厘米的小段，然后将茎段

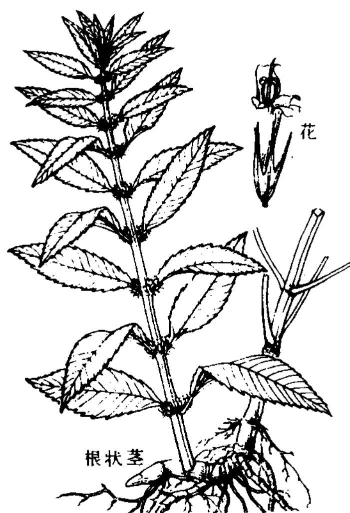
放入挖好的穴里，覆土埋好，翌年便可萌出新苗。也可在秋季，将茎秆直接插入土中繁殖。

收获时，全株割倒，除去茎秆上的叶、穗和杂质，将茎秆晒干，捆成重约30千克的捆。同时采收种子，晒干后供翌年繁殖用。主要栽培品种有湘荻1号、湘荻2号，一般每公顷产茎秆18～22吨。

（陈鹏飞）

地瓜儿苗（shiny bugleweed） 唇形科地笋属中的一个种，学名 *Lycopus lucidus* Turcz.，多年生草本植物。古名虎兰、龙枣、虎蒲、风药。别名：甘露秧、方梗泽兰、地溜秧。全草入药，称泽兰；根状茎入药，称地笋。广泛分布于中国各地，并有栽培；亚洲东部其它国家亦有分布。其变种毛叶地瓜儿苗 *L. lucidus* Turcz. var. *hirtus* Regel. 和同属植物欧地瓜儿苗 *L. europaeus* L.的全草及根状茎亦供药用。

地瓜儿苗株高40～100厘米。根状茎横生，白色，肥厚肉质。茎直立，单一而少分枝，四棱形，髓中空，节上着生小硬毛。叶对生，几乎无柄，狭披针形，叶缘有粗锐齿，下面密生腺点。轮伞花序腋生，花小密集，花冠白色，不明显二唇形，上唇2裂直立，下唇3裂。雄蕊4，前对雄蕊能育，后对退化为棒状假雄蕊。小坚果扁平，暗褐色。花期7月至9月。果期9月至10月。



地瓜儿苗

喜温暖和湿润的环境。生于山野、洼地和溪边草丛中。5月至6月高温多雨季节生长旺盛。亦耐寒，根状茎在土中能自然越冬。耐涝，喜肥。适于在向阳、湿润、土层深厚、富含腐殖质的壤土或砂壤土中生长。干燥和瘠薄的土地，对其生长不利。

用根状茎或种子繁殖，生产上以根状茎繁殖为主。南方于11月上旬，北方于4月上中旬时挖起根状茎，选白色、粗壮、幼嫩部分，切成10～15厘米长的小段，按行距30～45厘米，株距14厘米栽种2～3小段。冬种的于早春出苗，春种的经10～12天出苗，每公顷用种茎750～900千克，如用种子繁殖，可在种子采收后，于3月至4月间条播，行距30厘米，定苗时，株距保持15厘米左右。每公顷用种子3 750克，每年中耕除草2～3次，结合追肥，生长期间应注意灌溉，经常保持土壤湿润，2年后，植株丛生，应行翻栽。病虫害有锈病、尺蠖等。夏秋间，茎叶生长繁茂将要开花时，刈取地上部全草，南方一年可采收2～3次，切段晒干。秋、冬季挖取根状茎入药。作种茎用的留种地，在生长期中不收刈地上部，以免影响根状茎生长。

地上部及根状茎含有挥发油、葡萄糖甙、鞣质、树脂等，还含蔗糖、果糖、半乳糖、泽兰糖（lycopose）、棉子糖（raffinose）和水苏糖（stachyose）。药理实验：全草制剂具有强心作用。全草味苦、辛，性微温。功能活血化瘀，通经利水，消肿。主治月经不调、闭经、产后瘀血腹痛、水肿和跌打损伤。根状茎味甘、辛，性温，功能和气活血、补中益气、消水。主治吐血、衄血、产后腹痛、带下等症。

（唐福園）

地骨皮 见宁夏枸杞。

地黄 见怀庆地黄。

地膜覆盖（plastic membrane mulching） 用塑料薄膜覆盖地面的一种栽培措施。一般采用厚度为0.015毫米左右的高压聚乙烯透明塑料微薄膜，有透光性好、导热性差、不透气等特性。在低温易冻、热量不足条件下，可起增温、保墒、改善近地面气层的光热条件，促进土壤微生物活动，改善土壤理化性质，提高 CO_2 浓度等作用。能促进农作物的生长发育和提高产量及品质。

20世纪50年代，在日本、法国、意大利、美国等国开始试验。60年代各国在蔬菜、果树等经济作物中推广应用，获得早熟、优质、高产的显著效果。1979年以来中国开展试验、示范和推广，特别是东北、华北和西北等地区，在棉花、花生、烟草、水稻、小麦、玉米、甘薯、马铃薯等方面获得明显的增产效果。

塑料微薄膜的种类很多，各有独特的作用。有透明膜、黑色膜、灰色膜、黑白双重膜、铝箔膜等；有在薄膜内面涂有除草剂或杀虫剂的杀草膜或防虫膜；有按栽植作物株行距要求开好孔的有孔膜，还有厚度仅为0.008毫米的低压聚乙烯微薄膜，每公顷用量（按重量）仅为一般高压膜的40%左右。

覆盖方式有行间覆盖与根区覆盖，而以根区覆盖应用为广。因地区和作物不同，根区覆盖又可分为畦作覆盖、垄作覆盖、平作覆盖和沟作覆盖。前两种方式便于灌溉和排水，并有利于提高地温。平作覆盖省工、保墒，但膜面易积水，一般适于旱地应用。沟作覆盖在播前开沟，播种于沟内后用薄膜覆盖，适于有灌溉条件的盐碱地区。

地膜覆盖度，指覆盖面积占农田总面积的比例。简便的计算方法，是以塑料薄膜的宽度和行距之比表示。生产上应用的覆盖度大多为50～80%。

根据播种和覆膜工序不同，可分为两种形式：①先播种后覆膜。保温保墒好，利于出苗，也省工及利于机械播种；但放苗和围土费工，放苗不及时容易烫苗。②先覆膜后打孔播种。不需破膜放苗，不怕高温烫苗。在干旱地区降雨后即覆膜，待温播种，能起到及时保墒的作用。但播种后保温保墒差，出苗较晚，人工点播较费工，播种质量不易保证，遇雨则孔上盖土易板结，破除费工，易造成缺苗。

覆盖时间，应根据当地气候条件而定。干旱少雨地区，早春整地或造墒后立即覆膜，防止土壤水分蒸发，待适温时播种，以保全苗。但春风较大的地区，不宜过早覆膜，以防大风揭膜。雨量较多或土壤水分充足的地区，可在播种前后覆膜。

覆膜的质量是地膜覆盖栽培的关键。覆盖时要将薄膜展开拉紧，使之紧贴地面，不得产生皱褶松弛或损坏膜面。为此，须整平土面，去净根茬、石子。薄膜的两侧、两头都要开沟埋入土中，边覆边埋，压紧压严。人工覆膜较费工，速度慢，不易保证覆膜质量。利用拖拉机牵引覆膜机覆膜，速度快，质量好，可以一次完成松土、作畦、整平、喷药、铺膜、压土等作业，并能节省薄膜用量。

地膜覆盖应选择适当作物，并要重视经济效益。有的作物如麦类作物，还需掌握好揭盖膜时间，以免影响幼苗生育。

对残膜污染土壤的问题，学者们正在从研究机械起收、研制光解膜等方法来解决。

参考书目

中华人民共和国农业部科学技术局主编：《塑料薄膜地面覆盖栽培技术》，辽宁人民出版社，沈阳，1982。

王耀林、祝旅编：《塑料薄膜地面覆盖栽培》，农业出版社，北京，1981。

（许　萤）

地膜覆盖植棉（growing cotton with multching membrane）　用塑料薄膜覆盖棉田种植棉花，可改善棉田土壤的温、水、肥、气的状况，有利于出苗与幼苗根系生长，以保证早出苗、出全苗、苗齐、苗壮。

中国甘肃省河西走廊棉区铺沙植棉已有悠久历史，其作用类似于地膜植棉。20世纪70年代开始，山西、辽宁、新疆等北方省（自治区）先后开展了地膜覆盖植棉的试验，可增产15～30%；在南方棉区试验亦有一定增产效果。1981年在生产上大面积应用地膜植棉，到1984年已扩大到80万公顷。

栽培的效果：①增温。播种至出苗阶段覆盖棉田5厘米土层地温比无覆盖田高3～4℃，可提早播种，并有利于出苗；②保墒。由于地膜覆盖减少了地面蒸发，5月至8月份，1米土层的土壤含水率，覆盖比不覆盖的约高2%。③促肥。由于覆盖可使土壤增温、保墒，有利于土壤有机物的分解和棉苗对养分的吸收。④缩短生育期10～15天。地膜棉花能够早发，多结伏前桃和伏桃，相应地减少了秋桃，从而提早成熟期，产量增加。亦可改进纤维品质。

种植方式因棉田的生态环境不同而异。起垄覆盖，适于湿润棉区或水源充足的灌溉棉田；平垄覆盖，适于平原灌溉棉田；平覆沟种，适于半干旱地区的棉田；沟覆沟种，适于盐碱地棉田。一般视棉田具体情况，可先播种后覆膜或先覆膜后打孔点播。旱地、盐碱地多采用后者，可保墒和防止返盐。

栽培技术：①在增施基肥（有机与无机肥结合）和浇好底墒水的基础上，做好播前整地保墒工作，达到地平、土细、表墒好，以提高地膜覆盖质量。②适期播种，一般可比当地适宜播期提前7～15天。③合理追施。蕾肥一般每公顷施75～110千克氮素标准化肥，并配以适当的磷、钾肥；花铃肥为每公顷220～330千克标准化肥。④出苗率达60～70%，且大部分幼苗子叶转绿时，要及时在地膜上打孔放苗，过迟打孔，会灼伤幼苗。在棉苗出孔散发水汽后，随即压土封口，防止土壤水分散失或大风揭膜。地膜棉花还容易前期旺长，后期早衰；早期烂铃较多。在肥水管理上，要适当控制苗、蕾期的生长，做好整枝工作，改善棉田通风透光条件；地膜棉田前期不能松土除草，播种前应喷除草剂，以防杂草为害。　（唐耀升）

地三叶（subterranean clover）　豆科三叶草属的一个种，学名*Trifolium subterraneum* L.，一年生或越年生牧草。又名地下三叶草。原产近东及地中海沿岸地区。现为澳大利亚南部湿润地带主要牧草，中国南方云、贵等部分地区可以种植。

茎长5～40厘米，匍匐贴地生长，着地不生根。小叶心脏形，叶面有白色或棕色弧形斑纹。托叶较大，卵圆形，半膜质，先端尖锐，全株被茸毛。花梗腋生，顶端着生小花2～5朵，乳白色或粉红色。自花授粉，受精后，花梗及小花反转向下延伸，并形成具锚形钩爪的种球钻入土中，收种较困难，每荚含种子一粒。种子大、黑色或紫黑色，千粒重6～11克。适宜于冬季温暖，平均气温7～13℃；夏季干燥，平均气温20～30℃；年雨量380～760毫米地区生长。不耐炎热。宜砂性土壤，能耐瘠，略耐酸，不耐碱。不宜在排水不良地方种植。秋播为宜，每公顷播种子22～30千克，播种深度2厘米左右，需磷钾肥较多，播前应接种根瘤菌。主要特点为出苗快，幼苗苗壮易于建植，在冬春温暖地区，可满足冬春放牧需要，埋藏在土中的种子，硬实率50～95%，留在土壤中能自行繁衍，绵延多年。含有雌激素，不宜长期放牧以免引起母羊不育和羔羊死亡。　（梁祖铎）

地毯草（carpet grass） 禾本科地毯草属的一个种，学名*Axonopus comoressus* (Swartz) Beauv. 又名热带地毯草，宽叶地毯草（broadleaf carpet grass）。多年生草本植物。原产于热带美洲。中国台湾、广东已有引入，并有少量栽培。根浅。茎匍匐、扁平，草层高15～60厘米。叶片长4～15厘米，宽4～10毫米，顶端钝。总状花序常2～5枚，排列于茎秆的上部，长4～8厘米；小穗两侧稍隆起，几无柄，成两行排列于穗轴的一侧，长2.2～2.5毫米，含2小花，仅第二小花结实。种子细小，每千克约297万粒。喜热带、亚热带潮湿气候。适于生长在地下水位较高的砂土或砂壤土上，在肥沃的砂壤土、壤土上生长最好。半荫蔽的生长亦佳，并能耐短期淹水。匍匐茎伸展迅速，茎节生根萌芽成新株，形成密致的草地，适于放牧，耐牧性强。繁殖容易，一般用匍匐茎种植；或用种子播种，单播时每公顷播种5～10千克。每公顷年产鲜草约20吨（干物质约5吨）。干物质含粗蛋白质9.2%，粗脂肪1.6%，粗纤维26.4%，无氮浸出物50.0%。适于建立永久放牧地、草坪和用作保持水土。 （蒋侯明）

颠茄（belladonna） 茄科颠茄属中的一个种，学名*Atropa belladonna* L.，多年生草本植物。全草入药。原产欧洲中、南部及小亚细亚。20世纪30年代引进中国。浙江、北京、上海、山东等地有栽培。苏联及欧洲国家也有栽培。



颠 茄

株高1～1.2米。叶互生，叶片广卵圆形或卵状长圆形，先端渐尖，全缘，叶表面呈暗绿色，背面灰绿色。花单生于叶腋或枝顶，花冠钟状，淡紫褐色。浆果球形，成熟时黑紫色。种子多数，褐色，小而扁，呈肾形。花期6月至8月。果熟期8月至10月。

喜温暖湿润气候，怕寒冷，忌高温，以20～25℃的气温生长快，超过30℃生长缓慢。雨水多，易罹根病。在北京地区5月至6月植株生长快，7月生长慢，冬季不能露地越冬，只作一年生栽培；长江以南产区可作多年生栽培。选阳光充足、排灌方便的肥沃砂质壤土为宜，易积水的低洼地和盐碱地不宜种植。忌连作。用种子繁殖，选择生长健壮、叶子茂密、叶片大而厚、无病虫害的植株留种，8月至10月间果实成熟呈紫黑色时，分批采收。堆放3～4天后取出，搓碎果肉，用水洗净，淘出种子，晒干，放通风干燥处贮藏备用。种子发芽力可保持1～2年。播前种子需作处理，用50℃左右温水浸种12小时，再放暖处（25℃左右）催芽，当个别种子萌芽时，即可播种。或者，把浸胀的种子伴入两倍的细砂放屋里砂藏，一个月后再播，也能提前出苗。北方用温床育苗。播种期2月至3月，也可提前至1月底，以延长生长期为多次采收打基础。将处理过的种子播于温床，覆土1～1.5厘米，约7～15天出苗，注意调节苗床温、湿度，及时通风，结合松土，除草间苗。定植前按50～60厘米行距作高垄，5月上旬带土挖出幼苗，按45厘米株距定植，立即浇水。长江以南产区在9月上中旬露地育苗，翌年3月下旬至4月上旬定植。也可直播，一般3月至4月进行，播种量每公顷3.75～4.5千克。直播后保持土壤湿润，及时浇水、除草、松土。病虫害有疫病 *Phytophthora infestans*、立枯病 *Rhizoctonia solani*、枸杞负泥虫 *Lema decempunctata*等。7月中旬初花期生物碱含量高，收割第一次，留茬15厘米。采收后立即追肥、培土；8月中旬采收第二次，如及时补充肥水，加强田间管理，还可采收第三次。采收的原料应尽速干燥，质量佳，每公顷产干叶2 250千克左右，直播者产量较低。

全草含脂类生物碱，以莨菪碱（Hyoscyamine）为主，并含有东莨菪碱（Scoplamine或Hyoscine）、颠茄碱（Belladonine）以及去水阿托品（Atropamine）。有止咳平喘，解痉止痛，放大瞳孔的作用。

（李志亮）

淀粉生产（starch production） 从谷物和薯类提取淀粉的过程。淀粉是谷物和薯类的主要成分，以淀粉粒的形式贮存在薄壁细胞中。通过湿磨使细胞破裂，利用淀粉粒不溶于水和比重大于水的特性，使其从水中沉淀或离心分离出来。

流程和方法 淀粉生产的原料主要有玉米、小麦、大米、甘薯、马铃薯、木薯等。各淀粉粒的性状特征见表1。各类淀粉的生产原理基本相同、但因谷类和薯类的形状、结构和性质有显著差异，提取方法也不一样。

玉米淀粉生产 其流程如下图所示：①清理。玉米籽粒通过风选、筛理、磁选、水洗等工序清除泥土、石块、草秆及金属件等夹杂物。常用一种风筛结合的组合筛，出口处加装一排永久性磁铁，清理后的物料直接送进水槽清洗，随即进入浸泡工序。②浸泡。使玉米籽粒软化、淀粉粒与蛋白质的结合松弛，便于分离。此外，浸泡液中的乳酸菌能起防腐作用。浸泡液用0.1～0.3%亚硫酸液，一般浸温为48～52℃，时间为36～56小时。在一般工厂规模的生产中多用8～12个容积为7～10 吨或更大的浸泡桶组成一个浸泡系统，使

表 1 几种谷物和薯类的淀粉粒性状

名 称	长轴的大 小(u)	整 齐	形 状	环 纹	粒 心	单复粒
大 米	2～10 平均5	整 齐	多角形，棱角最为显著	不清楚	放大400倍可以看出，位于中央	复 粒
玉 米	5～30 平均15	整 齐	圆形或多角形，棱角显著	比较清楚（放大285倍）	位于中央，呈星状环纹	单 粒
小 麦	2～40 平均20	有大粒和小粒两种，少有中粒	大粒凸镜形，小粒卵形	不清楚	位于中央，可以看出	单粒多 复粒少
甘 薯	5～40 平均17	不整齐	棱角较不显著，有些呈圆形	不清楚	明显，裂纹呈星状或放射状或不规则的十字形	单 粒
马铃薯	15～120 平均50	不大整齐	大粒呈卵形或贝壳形，小粒圆形	明显完整	偏心明显	单粒多，复粒、半复粒也有
木 薯	5～35 平均20	不大整齐	圆形或椭圆形	明 显	明显十字形	

玉米与浸液进行逆流式接触，玉米吸收的水分最后达45%，干物溶出6.0～6.5%，浸泡液浓度约为2%，后

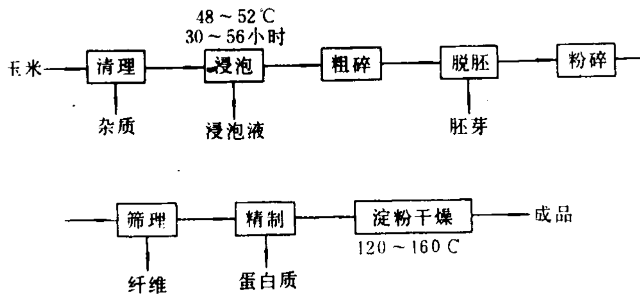


图 1 玉米淀粉生产流程

者通过真空蒸发浓缩。③脱胚。浸泡过的玉米籽粒，先用粉碎机进行粗碎，以胚芽脱离胚乳而不破碎为度。然后在一个分离槽中将粗碎的淀粉调制浓度为7波美（Be'）的淀粉乳，比重较小的胚芽即从淀粉乳中浮选出来。如用水力旋流器则可将玉米胚直接分出。随后用水洗去附着的淀粉，再用离心机甩去表面水，最后用沸腾床干燥机烘干，即得较纯的干玉米胚。④粉碎。脱胚后的玉米碎粒含有纤维较多，需用1～2道冲击磨或3～4道砂轮磨进一步粉碎，使淀粉最大限度地游离出来，形成较均匀的淀粉乳。⑤筛分。粉碎所得的淀粉乳，通过4～5道80～130目离心筛或5～6道筛条缝隙为50～75微米的曲筛将纤维分出。随即送往粗制工序。分出的纤维经离心脱水，最后烘干。⑥精制。经筛分的淀粉乳中含较多的蛋白。

小麦淀粉生产 主要有两种方法：①马丁（Mantin）法。小麦面粉先在搅拌机中加水到50～80%，并在每分钟40转的速度下搅拌30分钟，揉捏成面团，静置30分钟，待面筋充分膨润和互相粘结，使淀粉粒易于从中游离出来。酸度高的面粉，要用$Ca(OH)_2$溶液中和。添加适量的食盐可使面筋品质得到改进。静置后的面团放在5～8倍的水中揉洗3～4次，使淀粉粒转入乳状液，然后经过筛理使面筋和淀粉乳分离。面筋沥去洗水经气流快速干燥，可制成活性面筋粉，或作其他用途。分离出来的浓度约波美4°～6°的淀粉乳，其中混有破碎细胞壁，细麸皮粒和碎面筋等，经过100～200目离心筛或振动筛除去粒径40微米以上的杂物。过筛的淀粉乳用沉淀法或离心法经脱水精制得出含水量约40～50%的湿淀粉，最后经气流干燥，即得干小麦淀粉。②连续法。面粉中加进少量的水（面筋含量高的面粉要适当多加水）放在螺旋和面机中揉成表面平滑而有弹性的奶质，通过精制尽量除去。其原理是利用二者在比重差别进行分离。例如通过一道倾斜度为1/200～1/500，宽60～95厘米，长30～36米的淌槽，或用一组由3～4台蝶片离心机组成的分离系统，使淀粉粒跟蛋白质分离，本产品的蛋白质，残留量降低到0.5%以下。采用螺旋沉降离心分离机（或蝶片离心机）与水力旋流器联用，或用一组12～14级水力旋流器系统都能达到更好的分离效果。分离出来的蛋白质残液，则利用沉淀法或离心法加以浓缩，再经过滤得出含水量40～50%的玉米蛋白，最后经过气流干燥成为含蛋白质60%以上的玉米蛋白粉。⑦脱水干燥。精制后的浓缩淀粉乳，一般由连续式刮刀离心脱水机，或采用真空过滤器使水分下降到42～45%，随后经过打碎，再送入气流干燥机进行干燥（进口气流温

度为120～160℃)，最后用一道100目的圆筛筛得干淀粉成品。

油状面团。经螺旋挤出机切成小块，同时加三倍冷水冲稀，然后放在振动筛上用水冲洗除去淀粉，筛上物料再次挤切冲洗，反复3～4次。最后从筛上取得面筋，过筛物则为淀粉乳，依上述方法进行精制和干燥即得小麦淀粉产品(见**小麦制粉**)。

大米淀粉生产　大米中的淀粉粒与蛋白质结合紧密。制取淀粉时，需先将大米粉碎，放在0.3%的氢氧化钠稀溶液中浸泡12小时，促使蛋白质大部分溶解，然后用离心机回收淀粉，在离心机中用水洗涤多次，最后通过干燥即得大米淀粉产品。

薯类淀粉生产　薯类淀粉的生产流程如图2所示：

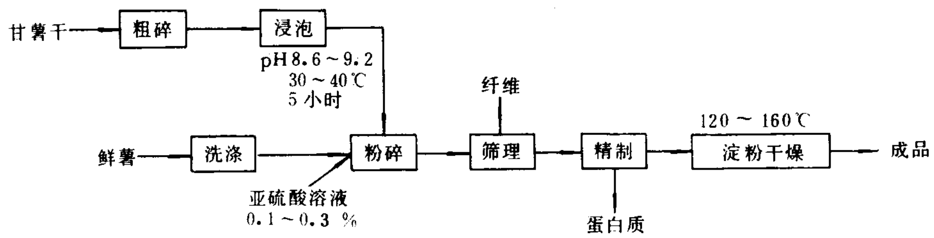


图 2　薯类淀粉生产流程

处理新鲜薯料时主要通过水力输送和水洗等机械除去石块、泥砂、草杆及其它夹杂物。每吨薯料用水量为1～2吨，对薯干则直接用水洗净，或联合采用筛理、风选及磁选的干法清理。清洗干净的鲜薯块，可刨丝或直接用锤碎机加以粉碎，也可先刨丝后粉碎。

木薯则预先用摩擦式去皮机剥掉含有氢氰酸的皮层，然后刨丝或粉碎。所用设备需用不锈钢制造，以免氢氰酸与钢铁接触产生亚铁氰化物使物料呈现蓝色，影响产品质量。

以甘薯干为原料则可先磨成1～2毫米的薯干碎片，在pH8.5～9.2的NaOH或$Ca(OH)_2$溶液中浸泡4～5小时，使淀粉产品保持正常色泽。在鲜薯块粉碎的同时，需加入H_2SO_3溶液以便抑制氧化酶的褐变作用。亦可在其他工序中一次或分次加入。

从薯类制出的淀粉乳也要经过筛理除去其中的纤维组分，筛理方法和设备与上述玉米淀粉乳的方法和设备基本相同。只有马铃薯淀粉乳要求配备孔径较大(120～125微米)的筛片。筛分以后的各工序亦与玉米淀粉生产相似。

中国淀粉质量标准　见表2，表3，表4。

淀粉及副产品利用　淀粉可供直接食用或作为食品如蛋糕、饼干等的配料。或作为食品添加剂如甜味剂及增稠剂等的原料。但较大规模的应用则是用来生产饴糖浆、低聚糖、葡萄糖、果葡糖浆、果糖等。此外通过深加工制成各种变性淀粉，广泛应用于纺织、造纸、冶金、石油、塑料、化学合成等工业。

玉米淀粉生产中有许多副产品可以综合利用。玉米浸泡液其浓缩物含有35%氨基氮，26%乳酸、18%灰分、7%磷酸和一定量的B族维生素。它是制造抗生素常用的微生物培养基或禽畜饲料用的添加剂。玉米浸泡液中加进石灰中和以后可制得植酸钙。

从湿磨法中分出玉米蛋白质粗粉，其中含蛋白质约60%，还有少量残留淀粉及粗纤维。这是一种很好的饲料源，它跟玉米皮渣相混合即成为玉米蛋白饲料。

表 2　食用玉米淀粉质量标准
(1983年中国商业部部颁标准)

项目		指标		
		特级	一级	二级
水分(%)　不得超过		14.0	14.0	14.0
酸度(°T)　不得超过		20	20	25
灰分(%)　不得超过		0.1	0.2	0.2
蛋白质(%)　不得超过		0.35	0.50	0.80
斑点	每平方厘米内所含的斑点个数　不得超过	0.4	1	2
细度	100目筛通过率(%)　不得低于	99.9	99.0	98.0
脂肪(%)　不得超过		0.10	0.15	0.30

表 3　食用马铃薯淀粉质量标准

项目		指标		
		特级	一级	二级
水分(%)　不得超过		20	20	20
酸度(°T)　不得超过		10	15	20
灰分(%)　不得超过		0.2	0.4	0.5
蛋白质(%)　不得超过		0.1	0.15	0.2
斑点	每平方厘米内斑点个数　不得超过	3	8	10
细度	100目筛通过率(%)　不得低于	99.5	99.5	90
白度	45.2nm蓝光反射率(%)　不得低于	90	85	80
粘度	1/100浓的淀粉糊25℃时的恩氏粘度(E25)不得低于	10	10	10

表 4 甘薯淀粉质量指标

项目＼产品	精 淀 粉	粗 淀 粉
色 泽	pH为12的碱性溶液中水清透	正常
纯粉含量	97%	90%
杂 质	无黄斑、夹花及不该有的杂质	同左
pH 值	6	6
蛋 白 质	0.2%以下	
灰 分	0.4%以下	
水 分	符合使用要求	同左

脱下来的玉米胚可榨油。

小麦面筋通过低温或快速闪蒸干燥以防蛋白质变性，制成活性面筋粉。可用作面包的添加剂，增进面筋含量和烘焙性能。添加到饲料中则可改善其粘结性。

大米浸泡液用盐酸调整pH值，使蛋白质沉淀，再用水洗涤，所得大米蛋白在食品制造中可作发泡剂、蛋白质营养强化剂或作配合饲料中的添加物。

薯类淀粉生产中的浆状废弃物，经过滤和脱水后，即可作为饲料。滤液中含有蛋白质、糖类、有机酸矿物质等可溶性成分，其利用途径与玉米浸泡液大致相同。（吴加根）

丁香 (clove) 桃金娘科蒲桃属的一个种，学名*Syzygium aromaticum* Baillon。别名丁子香、鸡舌香。常绿乔木。为名贵香料和药用植物。干花蕾、果实、丁香油广泛用作食品、烟草工业的配香剂。医药上用作芳香、镇痛、驱风剂，主治风湿痛、神经痛和牙痛，也有杀菌、驱虫、暖脾胃等功效。油的主要成分为丁香酚，含量85～95%，是提取香草醛的原料。原产印度尼西亚马鲁古群岛。1772年传入毛里求斯(Mauritius) 和留尼汪(Rēunion)，1800年引入马来西亚槟榔屿和印度，1818年传入桑给巴尔和奔巴岛，1827年引入马达加斯加。19世纪前，印度尼西亚是唯一的生产国，19世纪60年代坦桑尼亚是生产丁香最多的国家，平均年产干丁香约1.7万吨。1982年世界总产量为2万～3万吨。1984年印度尼西亚丁香种植面积约30万公顷，年产干花蕾约2万吨。主产国家有印度尼西亚、坦桑尼亚、马达加斯加、马来西亚、斯里兰卡、印度等国也有栽培。20世纪60年代末引入中国广东南部试种，能开花结果。

株高10米左右。叶对生，长椭圆形，革质，有光泽。聚伞圆锥花序顶生，花冠白色稍带淡紫。萼片肥厚，绿色后转紫色。雄蕊多数。子房下位，内含胚株数个，仅一枚能发育成种子（见图）。



丁 香

喜热带海洋气候，要求年平均温度23～27℃，最适温度25～29℃，绝对低温6℃以下，嫩叶会受害。年雨量1 500～2 500毫米，分布均匀，超过3 000毫米，产品质量下降。土壤以深厚、肥沃、排水良好，pH 5～7的砂壤土为好。在印度、桑给巴尔，丁香可种到海拔1 000米的山地。中国海南省以海拔300米左右的平原或坡地较适宜。幼树喜荫，成龄树喜光。根系浅，不抗风。用种子繁殖，播后5～6周发芽，实生苗生长缓慢，一年后株高20～25厘米，即可出圃定植。宜植地应选择地下水位低于3米的缓坡地，植距5～6米，施足基肥，雨季带土定植。幼树需荫蔽，根圈盖草，旱季灌溉，雨季排水、风害区宜设置防护林。每天除草、松土、追肥3～4次。在印度尼西亚，丁香常与椰子间作，每公顷124株。主要病害有：①立枯病，由真菌*Valsa eugenia*引起，为害成年树，是产区的严重病害。②梢枯病，常见于地下水位高的地区，由真菌*Cryptosporlla eugenia*引起，为害幼树。③苏门答腊病(Sumatra disease)，为害树冠，是新发现的病害。主要害虫有白蚁*Bellicositormos bellicosus*，为害幼树；红蚂蚁*Oecophylla longinoda*、钻心虫 *Chrysotypus mabiliānum* 危害嫩枝。种后5～6年开花，10～16年为初花期，单株产干花蕾1.5～5千克，平均产量约3千克。20年后进入盛产期，经济寿命长达50～60年。花蕾采摘后，及时晒干或烘干，呈棕褐色，其光泽，为商品丁香（公丁香），鲜干比约3∶1。每4年逢一大年。在桑给巴尔，一株成年树大年可产干丁香3千克以上，小年不到1千克。丁香油淡黄色。鲜花蕾含油16～19%，茎叶含油3～6.5%。果实（母丁香）含油很少。（丁慎言）

丁香罗勒 见罗勒。

丁颖 (1888～1964) 水稻育种栽培学家，农业教育家。广东省高州县人，1888年11月25日生。1924年毕业于日本东京帝国大学农学部。回国后，在中山大学农学院及其前身广东大学农林科、广东公立农业

专门学校任教，历任农艺系主任、教授及中山大学农学院院长。1949年后历任华南农学院院长，中国农业科学院院长、中国科学院生物学部委员、中华人民共和国科学技术协会副主席等职务，并荣获全苏列宁农业科学院和德意志民主共和国农业科学院通讯院士，以及捷克斯洛伐克农业科学院荣誉院士称号。



丁颖毕生从事**水稻**科学研究和农业教育，为我国培养了大批农业科技人才，创建了一批水稻研究基地。在中国栽培稻种的起源及其演变、稻种分类、稻作区域划分、**水稻育种**、水稻栽培技术以及水稻生态等方面，作出了卓越的贡献。1926年在广州市东郊犀牛尾沼泽地首先发现**野生稻**，并进行了长期的研究，确认中国栽培稻种起源于华南，分布于华南的多年生野生稻就是其祖先；中国稻作发源于4 700多年前传说中的神农时代，并且他还运用生态学观点对中国**栽培稻**种的演变及各种类型间亲缘关系进行了研究，对栽培稻种的起源、演变、形成过程获得了系统的认识，从而澄清了或纠正了中国栽培稻来自印度等的错误观点。他根据稻种起源、演变及水稻品种的生态特性和形态特征，以及生产上选用良种和栽培对品种的要求，并且深入研究了中国古籍记载、栽培习惯和品种形态与生理的关系，提出了中国栽培稻种的分类系统。即根据品种的茎叶形态（株型）在水稻合理密植和群体光能利用中所起的重要作用，提出了栽培品种的茎叶生态分类法。这种栽培稻种分类法，具有独创性。在中国稻作区划方面，以地域、种性和栽培三者结合的方法，把中国稻作区域划分为地域分明、特点突出、种性清楚的六个稻作带。他从对稻作区域划分的研究中，还概括出温度是决定稻作分布的最主要的生态因子，这对指导地区间引种、调种、新品种选育以及进一步开展育种、栽培的科学研究和进行全国农业区划，提供了科学依据。他在水稻育种上，也取得很大成就。早在1926年，便从“犀牛尾野稻”的自然杂交后代中选育出“中山1号”良种，经多年不断选育形成华南地区广泛种植的“包胎矮”，在生产上应用达半个世纪之久。1936年，用印度野生稻与中国栽培稻杂交，获得世界上第一个水稻“千粒穗”类型。在长期的选育种实践中，创造了“区制选种法”，创立了“水稻品种多型性”理论，先后育成60多个良种。在50年代主持开展了水稻分蘖、幼穗发育和谷粒充实过程等研究，提出了保穗保粒数的技术措施和“每株增2穗，每穗增10粒”的生产目标，指出把稻作生产从靠天吃饭向产量计划目标迈进的方向。在晚年主持进行的“中国水稻品种对光、温条件反应特性的研究”，为中国水稻品种的气候生态型划分、熟期性分类等，提供了可贵的科学依据。他主编了《**中国水稻栽培学**》等著作，还发表了“中国栽培稻种的起源及其演变”、“广东野生稻及由野生稻育成之新种”、“中国水稻品种的生态类型及其与生产发展的关系”等论文140多篇。1983年农业出版社出版了《**丁颖稻作论文选集**》。（卢永根）

丁振麟（1911～1979） 农业教育家，大豆遗传育种学家。浙江省余杭县人。1911年2月3日生。1934年毕业于浙江大学农学院农艺系。先后在前中央大学农学院、云南大学农学院等单位任农场技术员、技士、助教、讲师、副教授等职。1945年赴美，先后在康乃尔大学、爱屋华农工学院研究作物育种。1946年返国任浙江大学农学院教授。1952年后任浙江农学院副院长、浙江省农业科学院院长和浙江农业大学校长等职。并任农业部科学技术委员会常委、中国农学会副理事长。



他主编大学用教科书《作物栽培学》等教材和教学参考书，在培养青年教师和科技工作者方面作出了重要贡献。发表的“野生大豆与栽培大豆之遗传研究”论文，曾获前中央研究院（1947～1948）科学论文二等奖。还发表过“我国大豆生物气候适应的研究”、“气候条件对**大豆化学品质的影响**”等论文，受到国内外大豆专家重视。此外，还先后发表过**玉米**、**甘薯**和**大麦**等方面的论文10余篇，具有较高的学术水平和实践意义。（陈锡臣）

顶交种（top cross） 由一个玉米**自交系**或**单交种**和一个**玉米品种**杂交组成的杂交种。

顶交种的选育方法比较简便，在用当地天然授粉品种作为杂交亲本时，不但亲本种子的来源容易解决，而且顶交种还能适应当地的自然条件。顶交种一般比天然授粉品种增产10%左右。但顶交种的增产潜力不如其它方式的杂交种，植株和果穗性状也不够整齐一致。所以，通常把它作为临时性推广的杂交种。（程经有）

东北细辛（manchurian wildginger） 马兜铃科细辛属的一个种，学名*Asarum heterotropoides* Fr. Schmidt var. *mandshuricum* (Maxim.) Kitagawa。多年生草本植物。因根细味辛而得名。古名小辛、细草、少辛。别名细参、烟袋锅花、辽细辛。全草入药，称细辛。分布于中国、朝鲜和苏联。中国主产辽宁、吉林和黑龙江等省。20世纪50年代末期开始人

工栽培。其变种汉城细辛 *A. sieboldii* Miq. var. *seoulense* Nakai及同属植物华细辛*A. sieboldii* Miq. 同作药用。

东北细辛株高10～25厘米。根茎横生，密生细长须根。茎短，基部有2～3枚鳞片。茎端生2～3叶片，全缘，绿色，心形或肾形，有长柄。花单生于叶腋，花被筒壶形，紫褐色，顶端3裂，裂片向外翻卷。蒴果肉质，半球形。



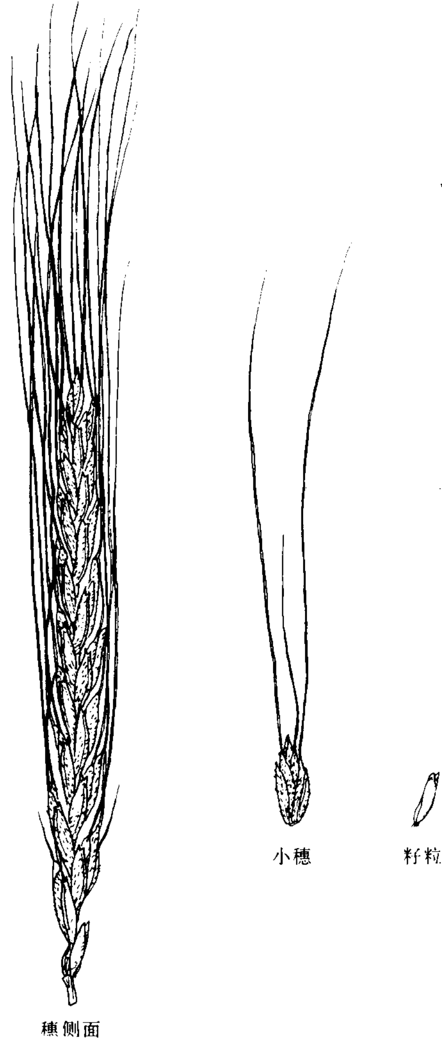
东北细辛

野生于腐殖质土层深厚的林下，喜湿润阴凉环境，以疏松肥沃的壤土或砂质壤土栽培为佳。多在林下栽培，露地栽培需适当遮荫，郁闭度0.5左右为宜。

以种子繁殖为主。6月下旬果实由紫褐色变为粉白色，用手捏发软，剥开果皮种子呈黄褐色，无乳浆时即成熟。种子成熟期不一致，要经常检查，随熟随采。搓去果皮立即播种的，出苗率高，生育健壮；采种后两个月不播种则完全失去发芽力。采种后如不能及时播种，可将种子与5～10倍湿砂或腐殖土混合贮藏，但播种期不能迟于7月末。为获得足够种子量需建立种子田。一般采用播种育苗，在准备好的畦上按行距15厘米开浅沟条播，覆土2厘米，盖草、浇水。翌春子叶出土，第3年春季抽出真叶，3年生苗可移栽，多采用畦栽。秋季叶枯萎越冬芽形成时，按行株距15×10厘米穴栽，每穴栽3～5株。生长期间注意除草松土、浇水；在种子充足时也可作畦直播，按行株距15×10厘米穴播，每穴播5～10粒种子；也可分株繁殖，每个分株要有顶芽和须根。病虫害主要有菌核病 *Sclerotinia sclerotiorum*、黑毛虫*Luehdorfia puziloi*、小地老虎等。移栽苗生长3～4年，直播苗生长5年即可收获。8月至9月间挖起全株，去净泥土，放通风处阴干。切忌水洗和日晒。

全草含挥发油，内含甲基丁香油酚（Methyleugenol）及黄樟醚（Safrole）。另含消旋去甲乌药碱（Dl-demethyl coclaurine）。药理实验：挥发油有解热、镇痛、镇静、抗炎、局部麻醉和兴奋呼吸中枢等作用，并能提高机体新陈代谢功能。味辛，性温，有小毒。有祛风，散寒，行水，开窍之功效。主治风冷头痛、鼻渊、齿痛、痰饮咳逆、风湿痹痛、气虚多汗、血虚头痛等症。（宫喜臣）

东方小麦（khorasan wheat） 小麦属内四倍体种之一，学名*Triticum turanicum* Jakubz. 或 *Triticum orientale* Perc.，又名高拉山小麦。染色体数 $2n=4x=28$，染色体组型为 AABB。穗长，小穗密度D＝15～20，护颖和内、外颖均长，内外颖几乎等长，一般1.2～1.5厘米，籽粒大而长，长度为1.0～1.2



东方小麦

厘米，千粒重达60克以上，面粉适于制通心面（见上页图）。主要分布在苏联（土库曼、乌兹别克、塔吉克）、土耳其、伊朗、伊拉克。有21个变种。

春性或弱冬性，芽鞘白色，幼苗直立或半直立。分蘖较少，叶片长而披垂并被茸毛。株高100～130厘米，抗倒，穗茎上部为髓所填充。每小穗3～5花，结实3～4粒。护颖狭长形，且被茸毛，颖嘴锐，颖脊明显。外颖具芒，穗轴坚韧不易折断。籽粒硬质，有些品种蛋白质含量达23%左右。抗寒性和抗旱性较弱。绝大多数品种不抗条锈病、叶锈病和秆锈病，也不抗白粉病、叶枯病和腥黑穗病。由于其粒大且品质好，成为良好的育种亲本材料。苏联曾用它与硬粒小麦杂交，育成千粒重达70～80克的东方小麦品种杂种186（Гибрид 186）。中国用它育成的金沙江号品种，在西南部分地区种植，千粒重达60～70克。（孙雨珍）

冬大豆（winter soybean） 在冬季播种的大豆。属短日性较弱的中熟类型。主要分布在中国北回归线以南的广东省、广西壮族自治区和云南省的南部，一般在晚稻收获后，即在12月至翌年1月上旬播种，4月中旬至5月上旬成熟。（王国勋）

冬花生（winter peanut） 在晚稻收获后播种的花生。主要分布在20°N以南的海南省和云南省南部，这些地区的平原地带全年无霜，年平均温度达23℃以上，最低旬平均气温在15℃以上。冬花生用于作春花生种子，主要种植珍珠豆型花生。冬花生生育期在140天左右。一般早播，冬季温度较高时，生育期短。反之，则生育期较长。生产上"立冬"前后播种，可获得每公顷1 500千克左右的产量。（陈朝庆）

冬薯（winter sweet potato） 多在晚稻收获后的地块上，栽插的一季甘薯。因越冬栽培又称越冬薯。多分布在亚热带、热带地区。一般在11月栽插，次年4月至5月收获，生长期170～200天。生育期间常遭不同程度的冷害，应选用耐寒高产品种。施足基肥，早追肥、早灌水，致使块根膨大出现两次高峰，以获得较高产量。（邵炳旭　徐国光）

冬水田（winter flooded paddy field） 拦截天然降雨，蓄水越冬的稻田。又名冬沤田、冬浸田。主要分布于中国南方稻区，尤以西南丘陵地区所占比重最大。按其蓄水状况的不同，又有冬水田与囤水田之分，前者蓄水量主要用以翌年稻田自身整地和栽秧。后者蓄水量除满足自身需要外，并可解决2～3倍其他邻近稻田的泡田整地用水。

冬水田的优点，一是可以最大限度地调蓄雨水，提高降水量有效利用率，且分散蓄水，分散用水。它与中国南方一些丘陵、山区水源不足，降水量多，但分布不匀，以及工程蓄水集中与稻田用水分散矛盾比较突出等生态特点相适应；二是水稻可以早栽，能协调劳、畜力和水肥矛盾；三是由于冬水田的水体效应，在一定程度上能起到调节农田小气候和区域稳水性的作用。所以冬水田的存在与一些地区的自然和社会经济条件有关。但是，由于冬水田在一年中有200多天用于蓄水，约有1/3的光温资源未被利用，能量转化与物质循环的水平较低，且稻田长期渍水，稀泥层变深，甚至出现青泥层，土壤中水、热、肥、气不协调，有毒物质积累，导致部分冬水田的水稻产量不高。

20世纪50年代以来，中国对冬水田采取改造和利用相结合，随着农田水利建设事业的发展，在已经具有良好灌溉与排水设施的地方，彻底放干冬水，发展冬季粮油作物，将一年一熟的冬水田逐步改造成一年两熟的水旱轮作田，以提高土地利用率和生产率。对一时尚缺乏改造条件的冬水田，则加强综合利用。首先是通过推广良种，改进栽培技术，特别是增施肥料，充分挖掘一季水稻的增产潜力；其次是在热量等条件较好的冬水田，发展双季稻或再生稻，以增加复种指数；再次是因地制宜地利用冬水田发展稻田养鱼、稻田养萍，种植水生作物，包括水生药用作物等，以促进商品生产的发展。（蓝泰源）

冬小麦 见小麦。

冬烟（winter tobacco） 冬季移栽的烟草。局限在冬季温暖、基本无霜的地区种植，如印度、菲律宾和中国的福建、广东、广西的部分烟区。中国多数在9月至10月播种，苗龄60天左右，11月至12月移栽，3月至4月采收。生长期间气温由高到底，又由低到高，日平均气温大致为20～10～20℃。由于气温低于烤烟生长发育的适宜温度，故生长缓慢，大田生育期长达140多天。单株叶片少，不能充分成熟，产量低，品质差。轮作方式多为一年三熟制，烟草—早稻—晚稻。栽培上要施足基肥、多施有机肥，适当配以复合化肥；适时早栽，还苗后早追肥，促使烟株前期旺盛生长，以利越冬。宜选用早熟优质品种，早打顶、少留叶，前期注意预防炭疽病，后期注意花叶病和白粉病的危害。（刘树杰）

冬油菜（winter rape） 秋季或初冬播种，次年春末夏初收获的越年生油菜。分布于冬季较温暖、油菜能安全越冬的地方。在中国主要种植于南方以及北方的部分冬暖地区。法国、波兰、民主德国、联邦德国、瑞典、英国、丹麦、印度、巴基斯坦、朝鲜等国，都以冬油菜为主。

冬油菜生育期长，在中国甘蓝型油菜的全生育期

一般为170～230天，白菜型较短，芥菜型居中。但种植于欧洲低温地带的强冬性甘蓝型品种可长达300天以上，种植于中国南方冬暖地区的甘蓝型早熟品种仅120天左右。在冬油菜各个生育时期中的显著特点，是以营养生长占绝对优势的苗期阶段相当长，一般甘蓝型油菜100天左右，约占全生育期的1/2。同时，冬油菜一生所处的外界环境条件变化大，而以温度的变化最为明显。中国冬油菜播种温度一般为15～20℃，苗后期常处于5℃左右的低温条件下，蕾薹期回升到7～10℃左右，开花期再上升至11～15℃以上，成熟期达到20℃以上。冬油菜的"马鞍形"生长曲线与温度变化基本一致。

栽培品种随地区而不同：欧洲国家主要种植强冬性的甘蓝型晚熟品种。中国的长江、黄河流域，以半冬性和冬性甘蓝型油菜的中熟、中偏晚熟品种为主，搭配晚熟和早熟品种；华南沿海地区，以白菜型油菜为主，春性的早熟甘蓝型品种也在发展；中国的西北部干旱地区、西南山区以及印度、巴基斯坦、苏联等国家，则以芥菜型油菜为主，白菜型油菜次之。

栽培管理措施主要是：①适期早播、早栽，争取较长的冬前有效生育期，以增大营养体，为后期的良好生长发育，制造和积累较多的营养物质；②早匀苗、早定苗，培育壮苗，争取苗全、苗齐和壮苗越冬，促进春发稳长和枝、果、粒的良好发育；③重施基肥、早施苗肥、多施腊肥，稳施薹肥、巧施花肥，充分满足各生育期的养分需要；④结合间、定苗和施腊肥，进行中耕、培土，为根系发育创造良好的土壤环境，并起到防倒伏作用；⑤根据旱、涝情况及时进行冬、春灌溉或加强排渍工作；⑥防治病虫害，一般在苗期以防治蚜虫、菜青虫、猿叶虫、跳甲、猝倒病、病毒病为主。蕾薹期及其以后时期，则着重于防治菌核病、病毒病、霜霉病、白锈病，以及蚜虫和潜叶蝇。

（章民权）

冬月种谷法（winter sowing of millet）

中国北方民间的一项传统方法。又称"冻谷"、"梦谷"及"二至谷"。"二至谷"是冬至处理种子夏至收获的意思。冬月种谷法原载于明代陈龙正所著《畿亭全书》。清代张起鹏所编《区田篇》中转录称："谷即北方带壳小米，倘应种小麦时，得雨过晚，麦不及种，可种冬谷，较麦仅晚二十余日"。其种法是："冬至前一日拣谷种入瓮，麻布扣口。掘土穴，深四、五尺，瓮倒置穴中，土封固。满十四日（自冬至前一日算起）取出。大寒日种入熟地。春透苗出，较常谷早熟一月，约五月底、六月初即熟"。实际各地操作方法和时间不尽一致，主要特点是能比春季正常播种者提前收获。中国长城以北春谷早作区种冬谷产量较好，可以充分利用春墒，有利出苗，有抗旱、抗寒作用，提早成熟10～20天，但秕谷率高，产量不如春播谷稳定。冬谷个体发育好，生长期间多在较低温的条件下，植株组织比较致密，茎秆较低，抗倒性较好。但早春如遇大风，容易造成缺苗。且易招致病害，生产中已很少利用。

（张履鹏）

豆类作物（legume crops）

以收获子实为主要目的而栽培的草本豆科植物。广义包括牧草饲用豆类和收获块根中的根用豆类。根据A.恩格勒（Engler）分类系统，豆类作物全属于豆科中的蝶形花亚科。而J.哈钦森（Hut chinson）在1964年将此亚科作为独立的一科，名蝶形花科。豆类作物种类繁多，其经济重要性仅次于谷类作物。其中大豆的栽培面积最大，供给国际贸易的植物油脂和蛋白质数量均占世界的首位。以子实供粮用或菜用的统称为食用豆类，如**蚕豆**、**豌豆**和**绿豆**等。还有以收获块根做食用的如豆薯。豆科牧草种类繁多，主要有**苜蓿属**、**三叶草属**、**草木樨属**等。豆类作物为蝶形花，花器结构紧密，大多为自花授粉，如**大豆**、**花生**、豌豆和绿豆等，异花授粉率仅在1%左右。蚕豆、**多花菜豆**和**紫苜蓿**等则异花授粉率较高，为常异交作物。**红三叶草**为异花授粉。豆类作物的异花授粉全赖昆虫的活动。

根据联合国粮农组织1981年统计，全世界豆类作物（不包括牧草）栽培面积约为1.35亿公顷，约占耕地面积的10%，大豆主产国为美国、巴西和中国。花生主产国为印度、中国和美国。食用豆类主产国为印度、中国和苏联。中国栽培的豆类作物种类繁多，大豆、小豆等均起源于中国，蚕豆、豌豆、绿豆、豇豆等栽培历史在2 000年以上，为世界豆类生产主要国家之一。

豆类作物种子含营养物质丰富，主要贮存在子叶中，尤以蛋白质最多，蛋白质含量占种子重量35～50%的有大豆和四棱豆，25～30%的有花生、蚕豆、小扁豆和山黧豆，20～25%的有豌豆、绿豆和小豆等。其蛋白质品质优良，含有包括人类必需的八种氨基酸，对谷类作物种子所缺少的赖氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、精氨酸等所含尤为丰富。因此，豆类与谷类混食，通过氨基酸相互弥补，可提高食品生物价，但豆类蛋白质中含硫氨基酸如蛋氨酸和胱氨酸含量较少，相当于乳、蛋蛋白质的一半。豆类种子脂肪含量以花生最为丰富，约占种子重量的45%，大豆为20%左右，四棱豆15%左右。其他豆类脂肪含量少，大多在2.0%以下。碳水化合物含量除花生、大豆和四棱豆较少外，其余多在50%以上，可作粮食用。有的豆类如瓜尔豆在种子胚乳层中含有高达70%的植物胶，为半乳糖和甘露糖的聚合体，制成的瓜胶粉用于石油、造纸、纺织、食品和采矿工业上，瓜尔豆主产在印度和巴基斯坦一带，中国云南省也有少量栽种。豆类作物的茎叶，

一般含蛋白质达8～15%，是营养丰富的饲料。

豆类植物与根瘤菌共生，根部形成根瘤。根瘤菌在固氮酶的催化作用下，能将空气中的游离氮合成为氨分子，为本身和共生寄主提供氮素养料，在生物圈的氮素循环中起重要作用。虽还有其他种类的微生物可以固氮，但豆科植物根瘤菌的共生固氮作用最为重要，这种根瘤菌在19世纪后叶被定名为根瘤菌属 *Rhizobium*，以后研究证明根瘤菌对豆科植物的感染有一定的专化性。用不同来源的菌种对不同豆类的接种可将根瘤菌属区分为八个种，即大豆组根瘤菌*Rhizobium japonicum*、豌豆组根瘤菌 *R. leguminosarum*、菜豆组根瘤菌*R. phaseoli*、羽扇豆根瘤菌*R. lupini*、草木樨组根瘤菌*R. meliloti*、三叶草组根瘤菌*R. trifolii*、紫云英组根瘤菌 *R. astragali* 和豇豆组根瘤菌*R. vigna*，有些根瘤菌共生选择专化性强。有的则可感染多种豆科植物，但固氮效果常以本组的为最好。

根瘤菌固定的氮素可供给其共生豆类作物需氮量的1/4～2/3，豆类收获后遗留的根、残叶以及根瘤能丰富土壤中的氮素，以保持肥力。同时豆类作物有强大的圆锥根系，可吸收深层土壤的养分和水分。

豆类作物在温度较高的地区种植，一般生育期较短；在低纬度地区，可以适应一年两作或三作的栽培制度；是与其他作物良好的轮作、间作组合。在高纬度地区，可以选择适应当地气候的不同类型品种种植。

（卜慕华）

豆粕（soybean meal） 大豆籽粒用溶剂浸出法和高温压榨法脱脂后的产物。豆粕含粗蛋白46.3%，粗脂肪1.3%，无机氮浸出物29.5%，粗纤维5.0%，灰分6.5%。豆粕中的蛋白质由各种氨基酸组成，其中赖氨酸和色氨酸较丰富，蛋氨酸含量低。

低温浸出法获得的豆粕，可制作豆腐、豆腐脑、豆腐干、豆腐皮、豆浆等。脱脂豆粕加工后可制成分离蛋白，回收率为30～40%，蛋白含量达90%，水溶性氮为80%以上，水分5%；具有乳化性，用以制作婴儿食品，各种人造肉制品等。豆粕又可加工成大豆浓缩蛋白，该产品对豆粕的回收率为50～60%，蛋白质含量70%，水分7.5%，具有乳化性、吸油性和吸水性，可加工成各种食品。豆粕还可加工成纤维状大豆蛋白（组织蛋白），回收率为70～72%，外形为白色丝状，可用其加工“植物肉”。豆粕还可作家禽的精饲料，补充禾谷类饲料和饲草中蛋白质的不足，也可作味精的原料。

工业上从豆粕中提取的干酪素，除供食用外，可作干酪胶，是造纸的原料，也可作灭火剂的原料。大豆干酪胶是一种抗水性极强的植物性胶，是木材、玻璃、石器等的良好胶接剂及农药的粘着剂。

（梁振富）

豆油（soybean oil） 从大豆籽粒中提取的油。通过化学溶剂浸出或机械压榨等加工方法提取。豆油是一种良好的植物油，可作成各种食用油，如凉拌油、软酥油、人造奶油等。

经深加工可制甘油、油墨，提取的卵磷脂可作医药、化装、糖果、造纸工业的原料，脂肪酸中硬脂酸可以制造肥皂和蜡烛，豆油与桐油或亚麻油掺和可制成良好的油漆。还可加工制成润滑油、绝缘制品和液体燃料等。

豆油的颜色因原料豆的种皮色而异，从淡黄色至深褐色，具有豆香味，主要成分为不饱和酸中的油酸（21.3%）、亚油酸（54.5%）和亚麻酸（8.3%），饱和脂肪酸中的硬脂酸（3.5%）、软脂酸（11.7%）及少量的木酸和花生酸。此外，还有维生素A和维生素E。1克豆油的发热量为9 386卡，是一种良好的植物油，消化率为98.5%，在15.5℃时豆油的比重为0.922～0.933，20℃时的折光指数为1.47，酸值在4以下，皂化值190～195，碘价为120～135，凝固点－15～－19℃。碘价的高低决定油因氧化而干燥的程度。

化学溶剂浸出提取豆油的方法发展迅速，各国多用此法，该法出油率高达99%，且所得的豆粕中的蛋白质低变性，有利大豆蛋白食品加工。一般油脂厂所生产的豆油，称为原油。经过净化——漂白——脱臭——氢化等精制工艺过程，可以制出各种各样的食用油。

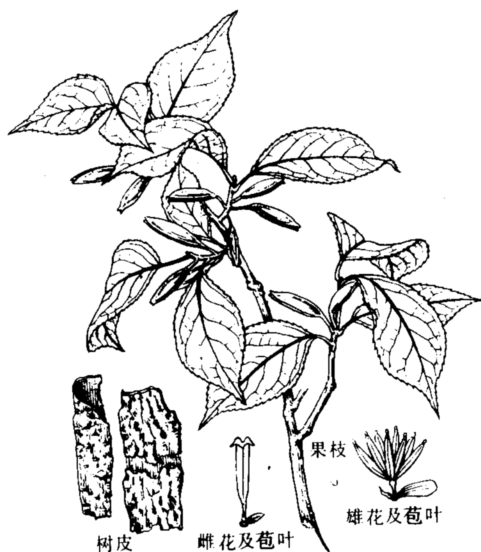
美国的豆油已占食用油的60%以上，巴西占95%，用豆油制成的人造奶油，在很大程度上代替了真正的奶油。豆油在世界油脂消费中居首位。

（梁振富）

杜仲（eucommia） 杜仲科杜仲属的一个种，学名*Eucommia ulmoides* Oliv.，落叶乔木。古名思仲、思仙、木绵、木棉、石思仙。别名丝棉树、丝连皮、玉丝皮。以树皮及叶入药。原产中国，分布于长江中游各省，栽培历史近千年。1896年传入欧洲，1906年传入俄国。中国四川、贵州、云南、陕西、湖北、湖南、江西、浙江、安徽、广东、广西、山东、河南和甘肃等省（自治区）均有栽培。商品药材畅销国内外。

树高可达20米。树皮、枝、叶、果皮折裂时露出坚韧而细密的银白色胶丝。树皮灰色，粗糙，小枝暗褐色，具片状髓。单叶，互生，卵状椭圆形，边缘有锯齿，老叶背面沿叶脉被长柔毛。花单性，雌雄异株，通常先叶开放，或与叶同放，单生于小枝基部苞腋内，无花被，雄花簇生，雄蕊6～10枚，雌花单生，雌蕊1枚。翅果椭圆形，扁平。种子1粒。花期4月至5月，果期10月至11月。

为阳性树。喜阳光充足、雨量充沛的湿润环境。适应性较强，年降水量500～1 500毫米，年均温13～17℃



杜　仲

的地区均能种植。成年树能耐严寒，在北京冬季气温降至－21℃下能自然越冬，在苏联等地栽培时，气温低达－40℃，仍能存活。宜于土层深厚、富含腐殖质、排水良好、pH6～8的壤土或砂壤土上种植。

可采用种子、扦插、压条和分根繁殖，以种子繁殖为主。从10～20年生、冠大枝多的健壮雌株上采种，选新鲜、饱满、淡褐色、有光泽、千粒重57～130克的种子，于11月至12月或翌年3月至4月播种。果皮含胶质，干燥后妨碍种子吸收水分，延缓发芽，降低发芽率，故采种后宜即行播种。寿命短，陈年种子不宜供繁殖用。如行春播，宜将种子与清洁湿砂混合层积处理，或于播种前用20℃温水浸泡2～3天，每天换水1～2次，随时搅拌，待种子膨胀后取出，稍晾干后播种，可提高发芽率。条播行距20～25厘米，每公顷用种子60～90千克，播后保持土壤湿润，以利种子萌发。幼苗忌烈日和干旱，要适当遮荫，喷水防旱。苗期进行中耕除草结合施肥3～4次。一年生苗高达100厘米左右，可于冬季或翌春按行距2.5～3米，株距2米定植。幼树生长较缓，宜加强抚育，每年春、夏季进行中耕除草，酌施追肥。冬季剪除根际萌蘖及树冠下部分枝，以促进主干生长。病虫害有立枯病*Rhizoctonia solani*、根腐病*Fusarium* sp.、叶枯病*Septoria* sp.；木蠹蛾*Zeuzera leuconotum*、褐蓑蛾*Mahasena colona*、黄刺蛾*Monima flavescens*、扁刺蛾*Thosea sinensis*和青刺蛾*Parasa* sp.。

定植10～15年后开始采收树皮。在4月至6月树木生长旺盛时期，树皮容易剥落，也易于愈合再生。采收方法主要有：①部分剥皮，即在树干离地10～20厘米以上部位，交错剥去干周面积1/3或1/4的树皮。②砍树剥皮，多在老树砍伐时采收，按商品规格逐段环剥树皮。砍伐后的树桩上能很快萌发新梢，可育成新树。③活树环状剥皮，于6月、7月高温湿润季节（气温25～30℃，相对湿度约80%），在树干分枝处以下，离地面10厘米以上，大面积环状剥取树皮，剥时力求不伤及形成层，则成活率高，2～3年后，树皮重新长成正常厚度，可继续依法剥取。树皮采收后用沸水烫泡、展平，将皮的内面双双相对，层层重叠压紧，上下四周围草，使其"发汗"，约经一周，内皮呈暗紫褐色时可取出晒干，刮去表面粗皮，修切整齐，即成。采叶入药，可选5年生以上的树，在10月至11月落叶前采摘，去叶柄后晒干。

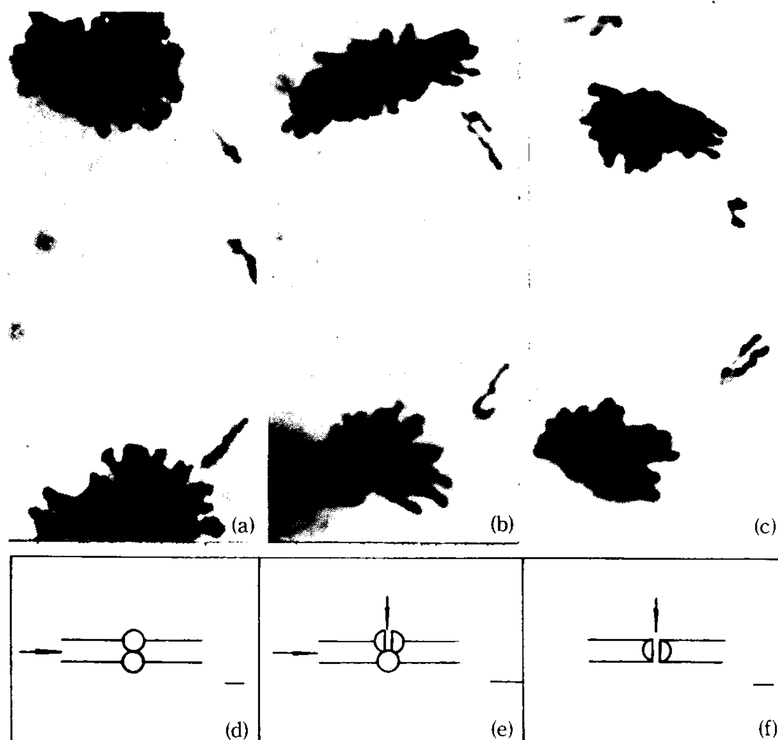
树皮含杜仲胶（Gutta-percha）5～10%，根皮含10～12%，叶含3%，果实含15～27.5%。此外，还含糖甙、生物碱、果胶、脂肪、树脂、有机酸、酮糖、维生素等。药理实验：树皮提取物具有降血压和利尿作用。味甘、微辛，性温。具有补肝肾、强筋骨、安胎、降血压等功能。主治肾虚腰疼、腰膝无力、小便余沥、胎漏欲堕、高血压等症。

杜仲胶还是一种重要的硬橡胶资源，可作为电线、海底电缆等良好的绝缘材料和粘着剂以及其它硬性橡胶制品。木材可制家具和供建筑用。种子可榨油。

（唐福園）

端体　见端着丝点染色体。

端着丝点染色体（telocentric chromosome）　具有顶端着丝粒或近端着丝粒的染色体的个体。它们包含不同剂量的染色体臂或染色体臂的组合，凡涉及整条染色体丢失或增加的非整倍体统称初级非整倍体；由于染色体臂的增减或重新组合形成的非整倍体则称次级非整倍体。次级非整倍体是由于染色体着丝粒错分裂所引起，在减数分裂中未配对的单价体常在中期Ⅰ落后于赤道板外，它常以着丝粒的横分裂（即错分裂）代替正常的纵分裂，从而使分到两极的为带有两个等臂的染色体；或落后的单体仍为正常纵分裂形成两条姊妹单体后，接着再错分裂成为端着丝粒染色体；它们有时两个臂（或仅一臂）走向一极，其余的走向相反的一极（见下页图），这便是产生单顶端、双顶端着丝粒染色体和等臂染色体等的来源。现在小麦中已培育出单等臂、单端体、双端体以及整套的重双端体。从发展看，次级非整倍体的利用（尤以双端体和重双端体）越来越占重要地位。如利用端着丝粒染色体作为单体，便可直接鉴别不易察觉的单体转移，且在利用它们进行基因定位时，不仅能将基因定位于某一染色体上，还能定位于染色体的某一臂上，并测出基因位点与着丝粒间的相对距离。



着丝粒分裂情况图

上排为5A单体在减数分裂末期Ⅰ分裂情况。(a) 正常着丝粒分裂(纵裂)成两条姊妹单体各走向一极；(b) 已形成的染色单体又经着丝粒错分裂，形成两个端体走向一极，另一完整染色单体走向相反一极；(c) 着丝粒错分裂后形成两个等臂染色体分别走向一极。下排为示意图。以圆圈或半圆形代表着丝粒。(d) 具有两个姊妹单体的单价体，着丝粒正常分裂(纵裂)；(e) 上面的染色单体错分裂形成两端体；(f) 着丝粒错分裂产生两个等臂染色体(或双端体)

（吴兰佩）

短叶茳芏 莎草科莎草属毛轴莎草中的一个变种，学名*Cyperus malaccensis* Lam. var. *brevifolius* Böcklr.，多年生草本，作编织用的纤维作物。又称咸水草、三角草和莞草。短叶茳芏草的茎，是编织席、篮、垫、地毯和草绳的原料。早在1 300多年前的唐代，广东东莞县一带已有栽培，至今湖南、浙江、福建等省亦有栽培。主产国还有越南。日本也有栽培。

须根系，具有地上茎和地下茎。地下茎匍匐横生表土层，有假节，节为鳞片包裹；地上茎直立，基部约有8个密集节，茎的中上部形成三棱形。秆平滑，长约100～200厘米，叶着生于地上茎基部，叶有1～2片，叶鞘较长，包裹地上茎的基部，棕色。花位于地上茎顶部，复出聚伞花序和小穗状花序，松散，自花授粉。果实为小坚果，成熟时黑褐色。

短叶茳芏喜温好湿，耐碱性较强，对土壤选择不严，不仅淡水田可种植，沿海咸水田也可种植，一般在pH4～5仍可正常生长，当土壤耕层氯含量达0.35%、并灌入氯含量0.08～0.25%咸水时，还有利草质的提高，但咸水的氯含量达到0.3%时对草茎伸长有抑制作用，达0.6%时则受害死亡。整个生育过程可分为草芽萌发、草茎伸长、现蕾开花和种子成熟4个时期。草芽从地下茎和草茎基部密集节萌发出土，要求温度为12℃以上，最适温度为22～24℃，当温度高达35～36℃时则影响草芽萌发。草茎伸长时期温度低于10℃时生长受到抑制，最适温度为27～28℃，特别在昼晴夜雨凉爽的天气下，一般日伸长速度可达3厘米，最高达6厘米。0℃温度时草茎受冻枯萎。现蕾时草茎继续伸长，在开花后则草茎伸长结束。一般花期为6月至8月，以8月为最盛，9月则种子成熟。

栽植时，先铲挖留于田间的草头，然后进行分株，将过高的草茎按苗高30～50厘米斩尾并摘除节中的须根，以便减少水分蒸腾，促进新根萌发。栽植田应按栽水稻的要求将田块耙沤好，于2月至4月栽插，规格一般为20×20厘米，每穴3～4棵苗，栽深5～6.5厘米。栽后至封行前要及时中耕除草。收割前60天每公顷施氮磷钾配合肥料2 250千克，不仅单产高，而且草质韧性强，如单纯施大量氮肥，虽生长较



短叶茳芏

快，但草质韧性差。肥料要分三次近施，最后一次于收割前20天施下。栽植后要灌深水养苗返青，返青后于夜间灌浅水，保持田间湿润即可，以利促进草芽萌发和草茎伸长，若灌水过深会导致草茎基部变黑而降低草质。临近收割前，要落干田水促草茎成熟。草茎由绿转淡黄有光泽时，标志草茎已成熟，即为收割的适期。第一季收割期在6月至7月，割后留苗3～7厘米，经追肥管理，于10月至11月收割第二季草。一年收割两季的，草较短、色淡并易受霉，草囊薄、韧性差；一年收割一季草（即种后当年收割一次）的，于9月至12月间收割，由于在本田生长期长，不仅草茎长，而且光泽好，囊厚韧性也较好。 （李林生）

蹲苗（hardening of seedling） 控制作物苗期营养生长，使地上、地下部协调发展的技术措施。

蹲苗是中国农民长期以来在玉米、高粱、棉花等作物上应用的传统技术。在干旱半干旱地区，玉米、高粱等高秆作物早期蹲苗的，无论是总根数或根干重，均有所增加。蹲过苗的根系向纵深方向发展，植株下位节间短而粗壮，便于多出生节根，以利于后期防止倒伏。同时，在蹲苗期间，通过晒土也可以使土壤温度上升，控制了土壤中水解氮的释放，植株中含氮量也较少，但积累的糖分则有所增加。因而，当蹲苗结束后，一般经过十天或半个月左右，一旦进入雨季或水肥齐攻时，即可大量伸根、拔节和长穗，并达到根深叶茂、植株粗壮蹲实、穗大粒多而增产的后效。小麦、水稻等密植作物在拔节前后采取蹲苗控制生育，目的在于协调营养生长和生殖生长速度，控制无效分蘖，有利向生殖生长正常转化，获得壮秆大穗。

蹲苗措施的采用要因地、因苗制宜，一般在地势低湿地区是蹲湿不蹲干，而在高产田中是蹲旺不蹲弱（长势）、蹲黑不蹲黄（苗色）。具体措施是控制水肥运用时间或数量。通常采取推迟苗期灌水或以水控肥，达到控制幼苗生长的目的；深中耕可切断浮根，既控制了营养生长又促进根系向深处下扎；在小麦拔节始期碾压有利壮秆蹲苗；水稻"烤田"也是一项蹲苗技术；北方春播作物如玉米、高粱等，曾有"扒根晾垵"的蹲苗技术。

高寒地区如果适期早播，也可利用自然低温达到蹲苗的效果。可应用植物生长调节剂，如矮壮素或乙烯利进行浸种或在苗期喷洒，也可使幼苗矮化蹲实，收到相应的效果。 （郑丕尧）

多倍体甜菜育种（breeding sugar beet for polyploid） 利用甜菜同源四倍体（4n=36）与二倍体（2n=18）杂交而获得三倍体杂种的方法。多倍体甜菜具有生活力强、丰产、根中有害氮和灰分含量少、纯度高等优点。20世纪70年代以来，甜菜主产国广泛采用**多倍体育种**。

简史　甜菜是首批用秋水仙素诱变成多倍体的作物之一。1940年加拿大F. H. 皮托（Peto）及J. W. 博伊斯（Boyes）成功地诱变出甜菜四倍体，并指出生产上利用的应当是四倍体与二倍体品种杂交形成的三倍体杂种。1951年联邦德国L. 斯克洛舍（Schlosser）首先育成三倍体杂种克列茵万茨列宾（Kleinwanz-lebonen）多倍体甜菜，应用于生产。50年代主要用三倍体为主的混合多倍体品种，即由四倍体和二倍体杂交，混合收获而得到的种子，其中三倍体占55～65%，四倍体约占20%，二倍体占15～20%；代表品种有匈牙利的甜菜1号（Beta-Ⅰ）和甜菜4号（Beta-Ⅳ），丹麦的马里波(Maribo)多倍体，瑞典的希林肖格·克(Hilleshög. K)多倍体，波兰的查 (Thar) 多倍体等。60年代利用二倍体雄性不育系作母本与四倍体父本杂交，可得到近100%的三倍体杂交种应用于生产；70年代以后，用遗传单粒二倍体雄性不育系作母本与四倍体杂交，获得三倍体单粒种应用于生产，适应了甜菜生产机械化。中国50年代末开始进行多倍体甜菜育种，至1985年已育成多倍体品种十余个，如甜研301、双丰304和双丰305品种等。一般年份多倍体品种产糖量比对照品种增产10～20%。

育种技术　首先要获得优良和稳定的同源四倍体，进行特殊配合力测定，选出强优势组合应用于生产。

多倍体诱变　选择适应当地自然条件，抗性强，标准偏高糖型（N Z）或配合力强的二倍体品种（系）作诱变亲本。主要用秋水仙素处理使染色体加倍的方法：①浸泡干种子。用0.2～0.4%秋水仙素水溶液在25～26℃浸泡2～4天后，用清水冲洗干净，晾干后播种。②处理幼苗生长点。当提供诱变处理用的幼苗出土和子叶展开时，用0.2～0.4%秋水仙素水溶液滴生长点，早晚各一次，连续滴7～14天即可。也可将同样浓度的秋水仙素渗入融溶的羊毛脂或琼脂中，配成软膏或琼脂剂，涂于生长点上。两种方法可结合使用。诱变处理时间以春末夏初气温不太高时进行为宜。

鉴别与提纯　经诱变处理获得四倍体的植株，形态特征有很大的变化。植株较矮，叶数较少，叶片肥厚、较宽，叶色为深绿色，叶形钝圆多皱褶，叶柄短而较粗，花粉粒大，种球大，千粒重在30克以上。诱变后的甜菜是一个混杂的群体，需经过5～6代镜检提纯，方能稳定。鉴别方法：①叶绿体粒数鉴别。取四倍体甜菜叶表皮以0.1～0.2%的硝酸银液浸泡片刻，用显微镜观察其气孔的保卫细胞大小及内含叶绿体粒数，四倍体为26～32，三倍体为20～26，二倍体为12～18。由于植株组织存在异质性，诱变当年和第二代在同一株的叶片之间，常出现含有不同倍数性的叶绿体粒数，在取样镜检和决选植株时应当慎重。②染色体数鉴别。是鉴别甜菜倍数性最可靠的方法。性细胞染色

体鉴别：种株孕蕾初期，选取枝条顶端的幼嫩花药，涂抹制片，置显微镜下观察染色体数目，以终变末期Ⅰ（二分体）、末期Ⅱ（四分体）的分裂相最好，便于计数。体细胞染色体数鉴别：利用体细胞有丝分裂时，所显现出染色体的数目鉴别倍数性。常用种子的胚根、胚芽和种根幼侧根的根尖、幼嫩的心叶等。处理和制片方法，同其它作物体细胞染色体鉴别法。

选育与利用　根据育种目标，选育出不同类型的优良四倍体植株以后，需要与优良的二倍体甜菜测交，选杂种一代优势强的组合应用于生产。杂种的组成可以是二、三、四倍体的混合群体；也可是以二倍体（或四倍体）雄性不育系作母本、用四倍体（或二倍体）作父本，杂交后单收母本株的种子，得到近于100%的三倍体杂种。配制杂交种的比例一般是母：父＝3∶1，如母本是雄性不育系，则可以提高母本的比例，以增加一代杂种的数量，一般母本与父本的比例最高可达24∶1。测定强优势组合一般可先测定田间一般配合力（或室内预测），再作特殊配合力测定，以获得最佳效果。

多倍体植株生长旺盛，需肥、水充足，精心管理才能获得高产。培育四倍体母根需防止后期受冻及窖藏腐烂；繁殖父、母本亲本材料时，需分别种植，分别收获，分别窖藏和保管，采种时不同品种间需严格隔离。

多倍体品种有明显的杂种优势，种子发芽率略低于二倍体，四倍体中经常出现非整倍体的成分影响幼苗的生活力，有些多倍体品种虽然产量高，但含糖率比二倍体略低。　（杨炎生）

多倍体育种（polyploid breeding）　应用**染色体**加倍技术选育多倍体植物。自然界中的植物大多数是二倍体（2n＝2x），其细胞核中包含两个完全相同的**染色体组**。在漫长的进化过程中，有些物种经过染色体自然加倍，形成包含多个染色体组的新物种，其染色体数目成为原染色体组基数之三、四、五、六、八倍，称三倍体（2n＝3x）、四倍体（2n＝4x）、五倍体（2n＝5x）、六倍体（2n＝6x）、八倍体（2n＝8x）等，统称多倍体。如果各染色体组来自同一物种的，称同源多倍体（autopolyploid）；来自不同物种的，称异源多倍体（allopolyploid），又称双二倍体（amphidiploid）或双倍体（amphiploid）。自然界植物中约有1/3是多倍体，在高等植物中，多倍体所占比例约50%。**玉米**、**水稻**、**大麦**、**大豆**、**橡胶**、**可可**等是二倍体。**小麦**、**燕麦**、**烟草**、**甘薯**、**棉花**、**花生**、**咖啡**等是异源多倍体。同源多倍体只有**马铃薯**和**苜蓿**等少数作物。有些作物兼有二倍体和多倍体类型，如马铃薯、棉花、小麦、燕麦等。

同源多倍体育种　同源多倍体植物最显著的特点是器官的巨型性，即根、茎、叶、花等部分器官的增大，这在作物品种改良中有重要意义。但自然发生的同源多倍体很少，自1937年A.布莱克斯利（Blakeslee）、A.艾弗里（Avery）等人进一步阐明用秋水仙素使染色体加倍的机理以后，人工合成多倍体工作逐步开展。30年代对同源四倍体玉米和番茄进行了大量细胞遗传学研究。40年代末至50年代同源多倍体的育种发展较快，但是得到有实用价值的材料不多。

从大量人工加倍的多倍体看，巨型性除可增加作物产量外还可导致某些作物成分如维生素、蛋白质、糖分、脂肪、生物碱等含量的增加。但巨型化并非细胞数目增多而常是细胞增大，水分增多，干物质并不增加，且组织间和器官间增大的程度也不平衡。实践表明，五倍以上的同源多倍体巨型效应反而减小。同化作用、呼吸作用、物质运转、细胞分裂等都表现明显衰退。结果导致开花延迟、熟期变晚、产量下降。因此，同源多倍体育种主要限于用二倍体合成四倍体或三倍体。

同源多倍体的最大缺点是在减数分裂过程中形成多价体，造成染色体分离不规则和形成染色体组不全的雌雄配子，最终导致不育、育性降低或结实率不高。这一缺点虽在以后的选择过程能有所改善，却常不能根除。另一问题是在杂合后代中选到纯合个体的概率小，需要长时间在很大群体中进行选择，纯合化时间过长。因此，同源多倍体在无性繁殖的、以营养体为产物的植物中成效较大。在有性繁殖的、以种子为产物的作物中成效较小。在牧草中，四倍体红三叶草和黑麦草已在生产上推广，但并未能取代二倍体。在粮食作物中，以四倍体黑麦、大麦、高粱、水稻等较有成效。如四倍体黑麦曾于50年代在荷兰、德国、芬兰、瑞典等国推广。中国**鲍文奎**等从1951年至1982年进行四倍体水稻育种，得到一些产量超过对照的四倍体无性系，千粒重和蛋白质含量均较二倍体高。此外，四倍体荞麦和四倍体芝麻均高度可育，且具有高产、大粒、蛋白质含量高、抗病等优点。

同源三倍体的特点是F_1代高度不育。但**木原均**等正是利用这一特点育成了三倍体无子西瓜（1939～1971）。即先把二倍体西瓜加倍成为四倍体，再与二倍体杂交得到三倍体。从50年代起，日本、意大利、丹麦、中国、匈牙利、英国、苏联等国先后育成并在生产上推广三倍体**甜菜**，产量和含糖量均有所提高。

异源多倍体育种　异源多倍体是自然进化的产物。现已明确它是由两个有亲缘关系的不同二倍体（或异源多倍体）物种杂交后，经染色体加倍形成的。如六倍体小麦（AABBDD）。由于异源多倍体含有两套同源染色体组，在减数分裂过程中能够正常配对，形成二价体，得到正常的花粉和卵，因而是可育的。

异源多倍体亦具有一般多倍体生长旺盛、器官巨大等优点。此外，由于染色体组的多样化，还具有

永久杂合性（又叫纯系优势）、遗传缓冲作用、进化上适应性等长处。

人工合成异源多倍体是自然界进化过程的重演。具体做法包括选用适宜亲本物种，杂交、培育、染色体加倍等。由于异源染色体组间生理上的不协调，常会发生结实率不高，籽粒不饱满等缺点，甚至体型变小、生活力降低等情况。因此，进行染色体加倍，得到异源多倍体材料只是第一步，要想得到接近生产水平的异源多倍体品种，还需用这些初级材料进行大规模杂交选育工作。

人工合成异源多倍体有两种目的。一是从亲缘植物引入新的有益性状。例如瑞典的G.奥尔森（Olsson）用普通油菜（2n＝20）与甘蓝（2n＝18）杂交、加倍，合成**甘蓝型油菜**（2n＝38）。用它与天然甘蓝型油菜杂交，把二倍体种有利遗传变异引入后者。另一目的是人工合成新物种。自30年代以来，人们合成了很多新物种，但由于它们有各种缺点，大都没有在生产上利用。

小麦黑麦间杂交始于19世纪末期。20世纪30年代瑞典开始进行八倍体小黑麦育种。其后人们发现六倍体小黑麦效果更佳。到了60年代末至70年代，瑞典、匈牙利、加拿大和**国际玉米小麦改良中心**等先后育成小黑麦品种在生产上推广。其中大多数是六倍体。中国鲍文奎等从1951年开始八倍体小黑麦育种，1973年试种成功，1978年在中国西北、西南地区推广。

在牧草方面，用多年生黑麦草和多花黑麦草（意大利黑麦草）人工合成的异源多倍体牧草兼有多花黑麦草早期生长快、营养价值高和多年生黑麦草的多年生性等特点。其它有希望的牧草新物种还有用羊茅与黑麦草杂交合成的羊茅黑麦草和异源多倍体三叶草等。

染色体加倍　能否正确掌握染色体加倍技术是多倍体育种成败的关键。染色体加倍技术的应用始于19世纪末，当时，主要应用物理方法，包括通过切割、反复摘心、嫁接等造成损伤，从再生的愈伤组织得到多倍体，或用剧烈温度处理（特别是高温处理）得到多倍体。1937年以后绝大多数采用化学方法进行染色体加倍，其中最有成效的是秋水仙素。秋水仙素能在细胞分裂过程中抑制纺锤丝的形成和着丝点的分裂，使染色体虽能正常复制但不能分向两极，细胞不分裂，造成染色体数目加倍而形成多倍体。具体方法有液滴法、浸泡法、胶粒法、琼脂法、喷雾法、注射法、分蘖法、倒置浸泡法等。采用哪一种方法，处理剂量（浓度）大小、时间长短，处理时的温度条件等因处理对象物种和取材部位而不同。除秋水仙素之外，其它药剂还有：①二甲基亚砜。它是一种载体剂，与秋水仙素合用可提高染色体加倍效果。②富民隆。是一种廉价农药，用0.01～0.03%浓度溶液处理水稻、黑麦及小黑麦杂种F_1种芽，可得到较好效果。③萘嵌戊烷。曾用于烟草多倍体引变，获得成功。此外吲哚乙酸、氧化亚氮等亦均有加倍效果。

过去人工合成多倍体主要通过体细胞加倍。70年代A.O.门迪普鲁(Mendiburu)等研究出一种不经体细胞加倍的有性多倍化方法，在育种上和进化上都具有重要意义。他们用普通马铃薯（四倍体，2n＝4x＝48）的单倍体系与二倍体栽培种Phureja杂交，结果其二倍体F_1系中有些表现健壮而高产。再用这些二倍体F_1系与四倍体马铃薯杂交，其后代几乎全部是四倍体系。有些系产量高于亲本，而且整齐度也高。这种现象被称为单列有性多倍化（unilateral sexual polyploidization）。因原因是二倍体的Phureja-F_1系能够产生2n花粉。后来他们又用能够产生2n花粉和2n卵子的二倍体相互杂交，得到四倍体和二倍体的后代。并将二倍体×二倍体⟶四倍体过程称为双列有性多倍化（bilateral sexual polyploidization）。这种四倍系比它们的姊妹二倍体系产量高30～40%，也更为健壮。其中有些产量接近对照水平。　　（鲍文奎）

多变小冠花（rownvetch）　豆科小冠花属的一个种，学名*Coronilla varia* L.，多年生草本。又名小冠花。为反刍家畜的优良饲草作物。也用作水土保持或果园覆盖。原产于南欧和地中海东部地区。美洲北部、亚洲西部和非洲北部都有栽培。中国1964年引进试种，1973年以后，又先后从美国、加拿大、联邦德国、民主德国等国家引进。1980年开始在山西、陕西、甘肃、河南、云南、辽宁、北京等省、市大面积繁殖推广。

根系发达，有主根和发达的侧根，侧根多水平方向扩展，可萌发大量根蘖芽，根蘖芽长出地面即成新株。茎中空有棱，质软而柔嫩，半匍匐生长，长100～150厘米，草层高60～100厘米。奇数羽状复叶，有小叶11～27片，小叶长卵圆形。伞形花序，腋生，由8～22朵小花呈环状紧密排列于花梗顶端，花冠粉红色。荚果细长如指状，荚上有节3～12个，成熟后易自节处断裂成单节，每节有种子1粒，种子细长，红棕色，千粒重4克左右（见图）。

耐寒性较强，在长城以南都可安全越冬，绿色期较长，轻霜不致枯萎。耐热，在南昌、南京夏季高温季节均可生长。耐旱，在年降雨量400毫米左右的半干旱地区生长良好。不耐涝，积水受淹，易烂根死亡。最宜在土层深厚、排水良好、pH6～7的肥沃土壤上生长。苗期生长缓慢，播前宜耕翻整地，施磷肥或有机肥作底肥。硬籽率高达70～80%，播前应进行种子处理和用小冠花的根瘤菌剂拌种。可春播或夏播，播期宜早，以利幼苗越冬。条播行距30厘米，播深1～2厘米，每公顷播种量4～8千克。冬前直播，寄籽越冬，种子可



多变小冠花

不处理。亦可用根蘖芽进行无性繁殖，把粗壮的根系挖出，截成15～20厘米长的小段，埋入土中，覆土4～6厘米，保持土壤一定湿度即可成活。如在小面积上育苗，成苗在雨季移栽，极易成活，可节省大量种子。移栽密度种子田每660平方米1 200株，刈草地2 500～3 000株。

鲜草含干物质20%，在干物质中含粗蛋白质19.8%，粗脂肪2.9%，粗纤维21.2%，无氮浸出物46.2%，灰分9.9%，钙1.6%，磷0.3%。对羊适口性好，牛则需短时间适应才喜采食。由于植株中含有β-硝基丙酸，可以安全饲喂反刍动物，但不易用来喂猪、鸡等单胃动物。干草粉如占鸡日粮2.5%和猪日粮5%，即阻碍鸡和猪的生长发育。用小冠花放牧反刍家畜，不会引起臌胀病。放牧不能过重，应与刈割利用相结合，否则会使小冠花草地迅速退化。因其根系发达，固氮力强，可培肥地力。又因侵占性强，两年生单株覆盖面积可达5～8平方米，能防止水土流失，增加土壤蓄水保墒能力。在有灌溉条件的果园行间栽培，有利于抑制杂草，促进果树生长。也可用作护路坡植物。开花多、花期长，是良好的蜜源植物。（苏加楷）

多重比较（multiple comparison） 多个处理平均数间相互比较的显著性测验方法。当处理数在两个以上时，无论与共同对照比较或相互间比较都不止一次。这种在一个试验中进行二次或二次以上比较，均属多重比较。多重比较一般在方差分析经F测验证明一组处理间有显著差异后进行。常用的有最小显著差数法（LSD）和邓肯氏新复极差法（LSR）。

最小显著差数法 计算最小显著差数：

$$LSD_\alpha = t_\alpha S_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}$$

式中 $S_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{2S_e^2/n}$为平均数差数标准误，$S_e^2$为误差均方，n为处理重复数，$t_\alpha$为显著水平$\alpha$时的t值。

测验各处理平均数与对照的差数，凡差数大于LSD_α值者为差异显著达α水平。至于各处理间的相互比较，则在F测验确定处理间差异显著后，再用LSD法进行，以鉴别出具显著性的差数。此法又称费雪氏（R.A.Fisher）保护性LSD法。有些统计学家一度认为用一个统一的LSD_α值去测验全部差数不甚合理，因为在各种可能差数的比较中，必然有一对是极差比较，而随机抽样的极差则因样本容量增大而变大的。但近来不少人仍推荐LSD法，认为它是比较简单而可靠的方法。

邓肯氏新复极差法 此法是D.B.邓肯（Duncan）于1955年提出的。计算步骤如下：

①计算平均数标准误$S_{\bar{x}}$。

②计算最小显著极差$LSR=S_{\bar{x}}q_{\alpha'}$。

式中 q为“学生氏极差”，又称标准极差，其分布已制成0.05和0.01的概率表。此处α'是邓肯氏新复极差显著水平，$\alpha'=1-(1-\alpha)^{p-1}$，其中$\alpha$为单独一个差数的显著水平，p表示比较两个极差平均数时所包含的平均数数目，即p个平均数间共有p－1个连续的比较（或差数）。$q_{\alpha'}$即邓肯氏的显著复极差值LSR（k，n′），此处k＝p，n′为误差自由度，可查表得出。

现以处理D、B、A、C四个平均数，各来自四次重复，$S_{\bar{x}}=1.57$，误差自由度n′＝12为例：D与C的比较为4个平均数间的极差，p=4；D与A，B与C的比较，p=3；D与B、B与A及A与C的比较p=2。可见邓肯氏新复极差的显著水平α'是随p而不同的。上例中LSR值计算如下：

p 2	2	3	4
$q_{\alpha'}$（α=0.05，df=12）	3.08	3.23	3.33
$q_{\alpha'}$（α=0.01，df=12）	4.32	4.55	4.68
LSR（α=0.05）	4.84	5.07	5.23
LSR（α=0.01）	6.78	7.14	7.35

③LSR测验的结果，可用标记字母法表示如下：

处理	$\bar{x}_i$	0.05水平	0.01水平
D	24	a	a
B	23	ab	a
A	19	ab	a
C	18	b	a

凡相同字母的处理间无显著差异，不同字母的处理间则有显著差异。

p=2时，邓肯氏LSR值与LSD值相同，p>2时，最小显著极差值LSR_α随着p而增大，比最小显著差数值LSD_α要大。因而用LSR法测验达到显著的差数个数常比LSD法少。（盖钧镒）

多花菜豆（multiflora bean） 豆科菜豆属中的栽培种，学名 *Phaseolus multiflorus* Willd.。一年生或多年生草本植物。因其花多而得名。别名：大白芸豆、大花豆、大黑豆、看花豆。具有粮食、蔬菜、饲料、肥料和观赏等用途。

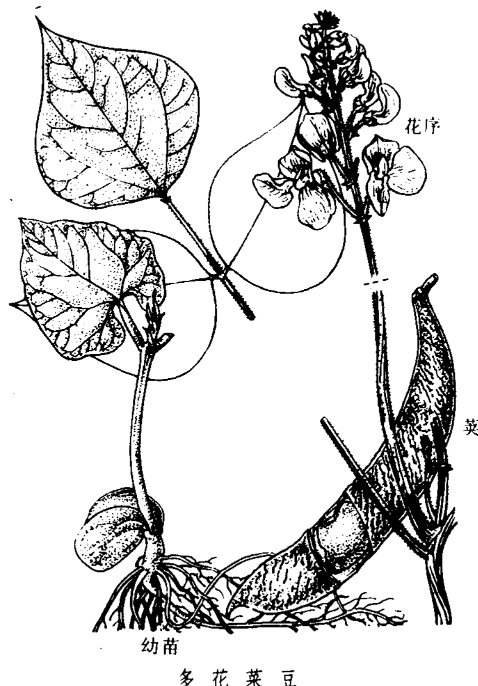
起源于墨西哥或中美洲，或这两地区。在墨西哥发现公元前 7000～前 5000年的多花菜豆籽粒残存物。中美洲是多年生类型的驯化地。至今仍有栽培。危地马拉和歧亚帕斯（Chiapas）海拔约1 800米的冷凉湿润高原上有很多野生多花菜豆类型。在2 200年前墨西哥德哈康谷地（Tehuacan valley）已有驯化的多花菜豆。1633年引入欧洲。中国种植多花菜豆的历史不详，云南、贵州、四川等省早有栽培。

染色体数2n＝22。种以下分类有三种：第一种意见是根据生长习性、花色、种皮色分为七个类型：蔓生鲜红花，种皮浅紫或紫有黑斑；蔓生鲜红花，种皮浅紫或紫有黑点；蔓生鲜红花，种皮黑色；蔓生白花，种皮白色；蔓生，旗瓣红色翼瓣白色，种皮褐色有光泽并有深棕色斑；矮生鲜红花，种皮浅紫或紫有黑点；矮生白花，种皮白色。第二种意见分为四个类型：白花矮生；鲜红花矮生；白花蔓生和鲜红花蔓生。第三种意见是分为三个变种：红花丛生变种 *P.cocoineus* var. *rubronanus*、白花荷兰蔓生变种*P. c.* var. *albus*、白粒丛生变种*P. c.* var. *albonanus*。

中国多花菜豆的种质资源有大白芸豆、大花芸豆、大黑芸豆三种类型，已搜集资源约80份。大白芸豆的籽粒比大花芸豆的略小，但心实，百粒重较重。大黑芸豆粒小，百粒重轻，种植很少。大花芸豆及大白芸豆分布较广泛。栽培的多花菜豆，均为地方品种，如云南省的南华大白芸豆、禄劝大花豆、陕西省的汉中大白豆，贵州省的威宁大花豆等。云南省农业科学院在整理地方品种时选出了宾川大白芸豆，其特点为早熟、粒大、丰产性好；日本种植的品种有早生百花豆、中生白花豆、大白花豆及紫花豆。英国红花类型的有Achievenent、Enorma、Princess。白花类型的有Czar、Desiree、Emergo等。

温带地区种植较普遍。在中美洲、非洲、亚洲的热带及亚热带都有种植。主产国有阿根廷、英国、日本及中国，其次为墨西哥、哥伦比亚、肯尼亚、联邦德国等。每公顷可产籽粒1 200～1 700千克。鲜荚产量9～37吨。中国以云南、贵州、四川、山西等省种植较多，每公顷产籽粒1 000～3 000千克。

多花菜豆生活力强，普遍为一年生，亦可宿根为多年生。圆锥根系，能形成细长的块根，侧根在土壤表层水平分布后向下垂直生长，幼茎有毛，开白花的幼茎绿色，开鲜红花的幼茎紫色，茎略有棱、分枝1～5个，相互缠绕。茎长2～4米。三出复叶，互生，复叶的叶柄长10～16厘米，有凹沟，疏生茸毛。小叶的叶柄短，叶卵圆至棱形，全缘，基部楔形或截形，顶部渐尖或急尖。叶面色绿，叶背灰白。腋生总状花序，花梗细长，有棱，着生小花的花轴比花梗长。小花对生。一个花序上约有小花10对，多的20对以上。花冠大，色白或硃红或鲜红，旗瓣红、翼瓣白的很少。荚果略弯，长10～15厘米，宽约2～3厘米，成熟时褐黄色，喙弯曲。每荚有种子2～4粒，多的可达9粒，种子宽肾形，凸扁，种子间有隔膜。百粒重90～150克。粒色有单色及花色，脐大，长圆形。子叶浅黄色。



多 花 菜 豆

为常异花授粉作物，异花授粉率30～40%，媒介主要为蜂类。开花结荚率约6～10%。结荚率低的原因为自花授精不稳和高温障碍。多花菜豆比菜豆属中的其他种耐寒，要求温凉湿润的气候。苗期不耐涝，开花期不耐旱，成熟期需少雨晴朗天气。温度超过25℃虽能开花但不易结荚。在热带地区海拔在1 200米以上，气候冷凉的地方种植可正常开花结荚，1 200米以下的地方种植不易结荚。但也不耐霜冻，生长期间温度底于5℃时易受冷害，要求无霜期至少有120～130天，属中日性植物，少数品种在短日照下正常开花结荚。种子无休眠期，子叶不出土。对土壤要求不严，土层深厚的山坡和平地，有机质丰富的土壤都适宜栽培，在pH值4.9～8.2的土壤上均能生长，但以pH值6～7为宜。

栽培方式有单作、间作和套种。也有在田间四周及庭园隙地种植。播种期为4月至6月。播种密度，单作的行距85～100厘米，穴距25～35厘米，每穴播种2～3粒，播深5～6厘米，每穴留苗1～2株，每公顷4.5万～

6.0万株。与马铃薯间作时每3～5行马铃薯种多花菜豆1～2行，伸蔓时搭支架，与玉米间作时可用玉米秆作支架。固氮能力不高，除用有机肥、磷肥、钾肥作基肥外，须追施氮肥，孕蕾至开花期追施1～2次氮肥增产效果显著。中耕结合培土防止倒伏。荚果成熟期不一致，要分期采收，带荚晒干后再脱粒，可保持粒色光泽。

多花菜豆对根腐病*Fusarium solani*的抗性比菜豆属的其他种强。主要的病害有白粉病*Erysiphe polygoni*、叶斑病*Pseudolomonas phaseolicola*、炭疽病*Colletotrichum linodemuthianum*。主要害虫有：地老虎、蚜虫、豆荚螟*Etiella zinckenella*、豆芫菁*Epicauta gorhawi* 等。

100克干子实含蛋白质约20%，脂肪1.8%，碳水化合物62.0%，钙114毫克，磷354毫克，铁9.0毫克，维生素$B_1$0.5毫克，维生素$B_2$0.19毫克，维生素PP（抗糙皮病维生素）2.3毫克，维生素C2.0毫克。一般食用干豆粒，调制方法多样。煮食、制汤、制糕点、豆馅、罐头等，嫩荚作蔬菜，茎叶作牲畜饲料。

（刘镇绪）

多花黑麦草（annual ryegrass） 禾本科黑麦草属的一个种，学名*Lolium multiflorum* Lam.，一年生或短期多年生牧草。又名意大利黑麦草（italian ryegrass）、一年生黑麦草。原产于南欧、西欧、北非和小亚细亚西南部。13世纪已在意大利北部草地生长，分布于世界温带与亚热带地区。中国长江流域各地栽培较多。根系发达致密，主要分布于15厘米表土中，分蘖少；茎秆直立，圆形。高可达130厘米以上；叶片长，柔软，叶背光亮，叶面深绿色，芽中幼叶呈卷曲状。叶耳大，叶舌膜状，叶鞘开裂，位于基部叶鞘红褐色；穗状花序，阔而较长，每穗小穗数可多至38个。每小穗约有小花10～20朵（见图）。

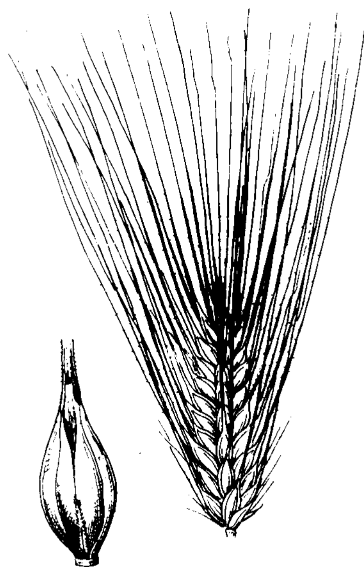


多花黑麦草

种子千粒重2克左右，外稃具6～8毫米微有锯齿的芒。发芽种子幼根在紫外线下发出荧光。喜温凉湿润气候，在昼夜温度为27/12℃时生长最好。不耐炎热，耐湿不耐旱，耐盐碱性较强。通常一年生，在水土条件适宜的情况下亦可短期多年生。以早秋和晚秋生长快，能在较短生育期内生产较多的饲草。在良好水肥条件下每公顷产鲜草60～90吨。可收种子750～1 500千克/公顷。草质优良，适口性好，为各种家畜和草鱼所喜食。再生力强，较适于单播，亦可与苜蓿、红三叶、草木樨、苕子、鸡脚草、苇状羊茅等混种。混种时播种量宜少，并应及时利用，以免抑制其他混种牧草的生长。一般供青饲，晒制干草或制作青贮料用。鲜草含干物质18.3%，粗蛋白质2.5%，粗脂肪0.7%，粗纤维3.9%，无氮浸出物8.5%，灰分2.7%。

（梁祖铎）

多棱大麦（multi-rowed barley） 普通大麦种的一个亚种，学名*H. vulgare* ssp. *vulgare* Hsü.。其三联小穗全部结实（见图）。按小穗排列的疏密和穗的横断面形状可分为四棱大麦和六棱大麦。多棱大麦有皮大麦、裸大麦两个变种群。中国的青藏高原地区，主要种植裸大麦，以食用为主；皮大麦主要用作饲料，美国和加拿大主要用于酿造工业。



多棱大麦

多棱大麦茎秆粗壮但韧性较差。分蘖性较弱，单株成穗数较少。其中，半矮秆类型叶片较宽厚，叶尖偏钝，叶色较深。穗轴不够坚韧。芒型有长芒、短芒、钩芒等，亦有少数无芒类型。每穗粒数40～50，亦有高达120粒的大穗类型，如中国西藏自治区的果洛青稞。千粒重一般为20～40克。六棱型籽粒大小较整齐，四棱型因侧小穗籽粒小于中列小穗，整齐度欠佳。粒色有黄、紫、黑、绿等。有冬性、弱冬性、春性等类型。中国多棱大麦品种中，以var. *pallidum* Ser.（皮大麦）和var. *coeleste* L.（裸大麦）两个变种居多，具

秆矮、早熟、耐寒性强等特点，如西藏自治区的祝久玛在海拔4 000米的高山上种植，生育期仅70天。湖北省的木石港3号具抗黄花叶病特性。

多棱大麦以美国和加拿大种植较多，欧洲的丹麦、荷兰、法国、苏联和亚洲的印度、日本也有一定的种植面积。中国的四川、湖北、安徽、江苏、浙江等省原有的地方品种中以四棱大麦居多数。80年代初北方春大麦区引种原产美国四棱大麦品种蒙克尔（Manker）表现产量高，品质好，正在逐步扩大种植面积。青海、西藏两省（自治区）以及四川、甘肃省的部分地区则多种植多棱裸大麦（青稞）。（黄志仁）

多粒型花生（multiple seeds type of peanut） 荚果具有多粒种子的花生，栽培花生中的一个类型。荚果长圆柱形，两端钝圆，无明显的横缢和果喙，荚壳厚，多具有3～4粒种子，种子圆柱形，种子相接处呈斜切面，种皮红紫色或白色。典型的连续开花，疏枝品种类型。第一、二条第一次分枝的基部偶有第二次分枝，基本上没有着生花序的二次分枝，没有第三次分枝，分枝很少，由于分枝节位少，绝大多数节位都可着生花序，不单主茎有花序，而且基部还有大量的花序，这个部位开花多而集中，导致大多数荚果的发育较一致，而表现为开花集中性的早熟性，花凋谢较晚。茎枝粗壮，具有明显的花青素，多显红紫色，果针紫色。茎枝和叶缘有稀疏较长的茸毛。叶片呈宽或狭长椭圆形，所有花生品种中叶片最大的多属于这个类型，叶片黄绿色或绿色。种子休眠性弱。抗叶部病害，生育期100～120天。

（段通雄　孙大容）

多年生黑麦草（perennial ryegrass） 禾本科黑麦草属的一个种，学名*Lolium perenne* L.，短期多年生牧草作物。又名英国黑麦草（ryegrass）、宿根黑麦草。原产于南欧、北非和亚洲西南部。1677年英国首先栽培。在英国、西欧各国、新西兰、澳大利亚、美国及日本已广泛栽培。中国湖南、贵州、云南等地已大面积栽培推广。但在长江中、下游广大平原或低丘陵地区，夏季大批死亡。

根系发达，须根主要分布于15厘米表土层中；分蘖多，秆扁平直立，高80～100厘米；叶狭长，叶脉明显，芽中幼叶呈折叠状，叶耳小，叶舌小而钝。叶鞘裂开或封闭，长度与节间相等或稍长，近地面叶鞘红色或紫红色；穗状花序，细长，可达30厘米，含小穗轴数可达35个，小穗单生，无柄。两侧压扁以其背面对向穗轴，每小穗含花5～10朵。除顶端小穗外，余均无内颖。外颖短于小穗。异花授粉；种子扁平，略小，外颖无芒。千粒重1.5～2.0克（见图）。

喜温凉湿润气候，宜夏季凉爽、冬季不太严寒地区生长。难耐－15℃的低温，10～27℃均能适宜生长。35℃以上易枯萎死亡。不耐荫，能耐湿，不耐旱，夏季高温干旱对生长极为不利，喜肥不耐瘠，适宜在排水良好、湿润肥沃、pH值为6～7的土壤上栽培。春秋均可播种，而以秋播为佳。每公顷播种量11～15千克，行距15～20厘米，覆土深度1～2厘米。施用氮肥，可促进生长，增加有机物质产量和蛋白质含量，减少难以消化的半纤维素含量。秋播次年可刈割3～4次，每公顷产鲜草45～60吨或种子750～1 125千克。作青饲利用宜抽穗前或稍晚刈割。作干草用宜初花期刈割。收种用的应于蜡熟期刈割。留茬高度不应低于5厘米，以利再生。早期收获的鲜草干物质含量约14%左右，干物质中粗蛋白质含量可达18.6%，木质素少，质地柔嫩，适口性好，消化率高，为畜禽、鱼类优良青饲料。与**苜蓿**、**三叶草**、**紫云英**、**苕子**等豆科牧草混播对放牧、青饲、青贮、调制干草，提高产量与土壤肥力均有利。鲜草含干物质19.2%，粗蛋白质3.3%，粗脂肪0.6%，粗纤维4.8%，无氮浸出物8.1%，灰分2.4%。（梁祖铎）



多年生黑麦草

多熟种植（multiple cropping） 在同一田块上一年内同时或先后种两种或两种以上作物，又称多作种植。包括时间、空间上两个方面的集约化。时间上的集约化即指**复种**，包括一年两熟、三熟等；空间上的集约化，包括**间作**、**混作**。中国、印度、埃及等早在一二千年以前已有复种与间混套作的记载。多熟种植的主要作用是最大限度地利用土地，提高光能利用率，增加作物产量。理论上，在最优条件下带有间混套作的复种，比单作应该得到更多的收获量。在劳动密集的地方，还可以提高劳动就业率。多熟种植多数盛行于发展中国家。（刘巽浩）

多系品种（multiline variety） 用若干农艺性状相似但所含抗病基因不同的近等基因系或品系混合而成的作物品种群体，主要用于禾谷类作物病害

的控制。其原理在于利用品种群体抗病性上的异质性或多样化以减弱品种群体对病原物小种群体的选择压力，从而在两者之间建立缓冲系统，形成生态平衡，达到延长品种抗病性寿命和稳定产量的目的。

简史　把遗传上的异质性和表型上的一致性结合起来形成多系品种的设想是美国的N．F．詹森（Jensen）1952年最早提出。1959年后N.E.勃劳格（Borlaug）在墨西哥国际玉米小麦改良中心应用此法于小麦育种实践，育成了米拉玛63（Miramar 63）、米拉玛65两个抗条锈和秆锈的小麦多系品种在哥伦比亚推广。美国依阿华州1957年也在燕麦上开展多系品种的选育，1968～1979年期间先后发放了13个燕麦多系品种，每年种植面积达40万公顷，使该地区的燕麦冠锈病基本得到控制。70年代**国际玉米小麦改良中心**与30多个国家合作，开展大规模的小麦多系品种选育工作，1979年在印度等国发放了以门8156组合衍生物Kalyansona、P．V．18等为基本材料育成的3个小麦多系品种。

方法　包括选育品系和配制多系品种。传统的作法是采用回交法，以农艺性状表现优异的推广品种为轮回亲本，用多个具有不同抗病基因的材料作抗源供体，分别进行回交，得到一批具有不同抗源，但农艺性状基本相同的近等基因系，然后再把它们混合成为多系品种。这种作法的优点是各组分品系的农艺性状与轮回亲本基本相同，可以立即混合成为多系品种用于生产。不必再经过产量比较试验。缺点是新育成的多系品种除在抗病上有所改进外，在农艺性状上很难超越原轮回亲本，因而在品种更替频繁时，存在着在产量上落后于一般品种的可能性。国际玉米小麦改良中心及其合作国家采用对**三交**或**双交**后代进行有限回交来选育品系。不过这样得到的品系能抗哪些小种并不十分清楚，配制成的多系品种还必须进行产量测定才能肯定其利用价值。

在配制多系品种时，可把各组分品系的种子等量混合，也可根据病原物群体组成变化的具体情况随时对各组分品系的比重作相应调整。多系品种的品系数目一般从几个到十几个不等。至于构成多系品种的品系是否应该全是抗病的问题，则有不同看法。布劳格早期主张所有组分品系都应该是抗病的，称之为"净作法"，并提出在个别组分品系因病原物群体变化而丧失抗病性时，可用保存的备用抗病品系代换。这样可把病害发展速度降低到最小程度。1979年在印度R．K．乔杜里等（Cho-wdhury et al.）的抗叶锈病研究中可得到证实。1981年J．E．巴列夫列（Parlevliet）也认为品系代换是"以动态的寄主群体对付动态的病原物群体"的好办法。

但是，"净"多系品种对病原物群体仍具有选择压力，不能排除新的"超级小种"出现的可能性。因此后来又有人提出"浊作法"；认为多系品种中应保留一定比重的感病组分，以保持作物群体和病原物群体间的生态平衡，1979年J．A．勃郎宁（Browning）等认为群体中抗病基因频率占30%左右，是适度的。

多系品种的抗病作用是以多样化代替单一化。从生物学观点看，它是合理的。但在生产上应用并不广泛，主要原因是需要时间较长，因而难以在农艺性状上有所突破。如利用加代技术缩短育种年限，也许能在某些作物病害的控制上，特别是在某些抗病性丧失周期短的病害常发区，发挥更大作用。

（杨作民）

多叶烟（mammoth tobacco）　烟草因发生短日性反应的变异而导致单株叶片数显著增加的特殊类型。国外特称为mammoth。遗传上受隐性单基因决定。多数烟草品种对日照的反应是中性或弱短日性，而多叶烟对短日照的反应特别敏感，在较长日照条件下，不停地进行营养生长，分化叶芽，直到日照短至足以启动花芽分化为止。

单株叶片数属于数量性状遗传，受加性效应的多基因控制。短日反应型品种与中性品种杂交F_1一律是中性的，即单株叶数同中性亲本一样多；F_2群体有3/4植株是中性的，1/4植株是短日照反应型，表现出多叶特征。可见短日性反应隐性单基因是独立于加性效应多基因之外的另一个遗传体系，多叶表现型仅仅是它的间接效应。中国一些多叶烟品种如云南多叶、乔庄多叶、革新5号等，在北方春烟区一般株高2～3米，叶数60片以上，而在南方冬烟区着叶十多片即开花。

多叶烟单位面积产量高，叶片较薄、尼古丁含量低、品质较差。（骆启章）

多元线性回归（multiple linear regression）　处理依变数y和两个或两个以上有线性关系的自变数的一种统计方法。设m个自变数x_1，x_2 ……，x_m与依变数y皆具线性关系，则一个m元线性回归模模型可定义为：

$$\mu_{y/12\cdots m}=\alpha+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\cdots+\beta_mx_m$$

上式为总体的m元线性回归方程。$\mu_{y/12\cdots\cdots m}$为以x_1 x_2，……，x_m的取值为条件的y总体平均数。其中，$\alpha=\mu_y-\beta_1\mu_1-\beta_2\mu_2-\cdots\cdots-\beta_m\mu_m$，为所有自变数皆为0值时$y$总体的理论值，而$\mu_y$，$\mu_1$，$\mu_2$，……，$\mu_m$则分别为变数$y$，$x_1$，$x_2$，……，$x_m$的总体平均数；$\beta_i$（$i=1$，2，……，$m$）为第$i$自变数在其余自变数皆固定时对于$y$变数的平均效应，称为偏回归系数。

对于y变数的任一观察值y_j而言，因尚具有随机误差ε_j，故其线性可加模型为：

$$y_j=\mu_{y/12\cdots m}+\varepsilon_j$$

因而对一个容量为N的总体来说，其m元离回归方差为：

$$\sigma^2_{y/x_1,x_2,\cdots x_m}=\frac{\sum_1^N \varepsilon_j^2}{N}=\frac{\sum_1^N (y_j-\mu_{y/12\cdots m})^2}{N}$$

当m元回归方程由容量为n的样本估计时,则定义为:

$$\hat{y}=a+b_1x_1+b_2x_2+\cdots+b_mx_m$$

$\hat{y}$是$\mu_{y/12\cdots m}$的估值; $a=\bar{y}-b_1\bar{x}_1-b_2\bar{x}_2-\cdots-b_m\bar{x}_m$为$\alpha$的估值; b_i为β_i的估值。根据回归的定义,这里的的统计数b_i需满足。

$$\sum_1^n (y-\hat{y})^2=\sum_1^n [y-\bar{y}-b_1(x_1-\bar{x}_1)-b_2(x_2-\bar{x}_2)-\cdots-b_m(x_m-\bar{x}_m)]^2 \text{为最小}$$

因而首先可定义一个$m\times m$的阶矩阵A:

$$A=\begin{bmatrix}\sum(x_1-\bar{x}_1)^2 & \sum(x_1-\bar{x}_1)(x_2-\bar{x}_2)\cdots\cdots & \sum(x_1-\bar{x}_1)(x_m-\bar{x}_m)\\ \sum(x_2-\bar{x}_2)(x_1-\bar{x}_1) & \sum(x_2-\bar{x}_2)^2\cdots\cdots & \sum(x_2-\bar{x}_2)(x_m-\bar{x}_m)\\ \vdots & \vdots & \vdots\\ \vdots & \vdots & \vdots\\ \sum(x_m-\bar{x}_m)(x_1-\bar{x}_1) & \sum(x_m-\bar{x}_m)(x_2-\bar{x}_2)\cdots\cdots & \sum(x_m-\bar{x}_m)^2\end{bmatrix}$$

从而可得其m×m阶逆阵A^{-1}:

$$A^{-1}=\begin{bmatrix}C_{11} & C_{12}\cdots\cdots & C_{1m}\\ C_{21} & C_{22}\cdots\cdots & C_{2m}\\ \vdots & \vdots & \vdots\\ \vdots & \vdots & \vdots\\ C_{m1} & C_{m2} & C_{mm}\end{bmatrix}$$

于是即有:

$$\begin{bmatrix}C_{11} & C_{12}\cdots\cdots C_{1m}\\ C_{21} & C_{22}\cdots\cdots C_{2m}\\ \vdots & \vdots\\ \vdots & \vdots\\ C_{m1} & C_{m2}\cdots\cdots C_{mm}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\sum(x_1-\bar{x}_1)(y-\bar{y})\\ \sum(x_2-\bar{x}_2)(y-\bar{y})\\ \vdots\\ \vdots\\ \sum(x_m-\bar{x}_m)(y-\bar{y})\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}b_1\\ b_2\\ \vdots\\ \vdots\\ b_m\end{bmatrix}$$

由此所得的m元线性回归方程,其回归平方和$U_{y/12\cdots m}$、离回归平方和$Q_{y/12\cdots m}$和离回归方差$S^2_{y/12\cdots m}$分别为:

$$U_{y/12\cdots m}=(b_1,\ b_2,\cdots\cdots,b_m)\begin{bmatrix}\sum(x_1-\bar{x}_1)(y-\bar{y})\\ \sum(x_2-\bar{x}_2)(y-\bar{y})\\ \vdots\\ \vdots\\ \sum(x_m-\bar{x}_m)(y-\bar{y})\end{bmatrix}$$

$$Q_{y/12\cdots m}=\sum(y-y)^2-U_{y/12\cdots m}$$

$$S^2_{y/12\cdots m}=\frac{Q_{y/12\cdots m}}{n-m-1}$$

这里的$S^2_{y/12\cdots m}$为$\sigma^2_{y/x_1,\ x_2,\ \cdots x_m}$的估值,其根值$S_{y/12\cdots m}$称$m$元离回归标准误。

由上述程序得到的m元线性回归方程,往往包含有对y并无显著效应的自变数,应通过$H_0:\beta_i=0$对$H_A:\beta_i\neq 0$的统计假设进行测验。测验时可用统计数t或F:

$$t=b_i/S_{y/12\cdots m}\sqrt{C_{ii}}$$

$$F=\frac{b_i^2/c_{ii}}{S^2_{y/12\cdots m}}$$

上述t值的自由度为$(n-m-1)$,F值的自由度为$\nu_1=1$,$\nu_2=(n-m-1)$。若$t<t_\alpha$或$F<F_\alpha$,则为在α水平上接受$H_0:\beta_i=0$,该自变数即应在回归方程中剔除。但需注意,如果不显著的自变数有两个或两个以上,则只能先剔除$|t|$值(或F值)最小的那一个自变数,再作$(m-1)$元回归分析。这时,可能所有剩下的自变数都已达到显著,也可能仍有若干个不显著的。如属后一种情况,则再剔除$|t|$值(或F值)最小而不显著的那一个自变数,作$(m-2)$元回归分析。如此继续下去,直至方程中没有不显著的自变数为止。每剔除一个自变数(设为x_k)后,剩下各自变数的偏回归系数b_i $(i\neq k)$和A^{-1}中元素C_{ij} $(i,j\neq k)$都要改变取值。如果计算中保留了足够位数的有效数字,则新的b_i值(记作$b_i^{(1)}$)和C_{ij}值(记作$C_{ij}^{(1)}$)可由原来的b_i和C_{ij}值算出:

$$b_i^{(1)}=b_i-\frac{C_{ik}}{C_{kk}}b_k \qquad (i\neq k)$$

$$C_{ij}^{(1)}=C_{ij}-\frac{C_{ik}C_{kj}}{C_{kk}} \quad (i\neq k,j\neq k)$$

不必从头算起。

多元线性回归是多变数分析的基础,在生物学过程的预测预报和模拟研究等方面都有重要用途。它可用于:①确定各个自变数对某一依变数的各自效应和综合效应;②在大量自变数中选择对y有显著效应的自变数,建立最优的预测或模拟方程;③评定各个自变数对于控制y的相对重要性,以确定其中的关键因素。

(莫惠栋)

E

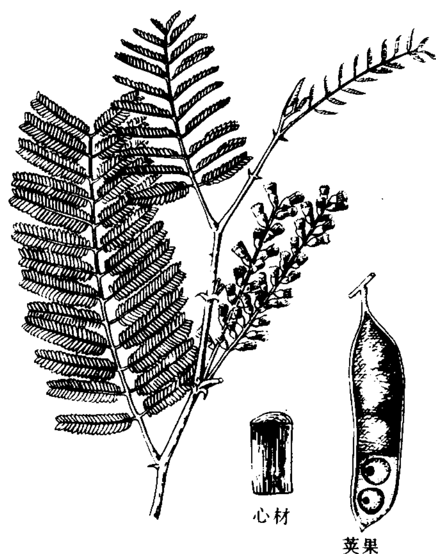
莪术 见郁金。

俄罗斯新麦草 (russian wildrye) 禾本科披碱草属的一个种，学名*Elymus junceus* Fisch.。多年生草本植物，良好的牧草。又名俄罗斯野麦草、灯心草状野麦草。原产苏联西西伯利亚。美国和加拿大引种在北美大草原的中部和西部栽培。在中国东北、华北和西北地区试种表现良好。

须根系，疏丛。具有较多深绿色的基生叶和少数无叶茎，株高90～120厘米。穗状花序，小穗重叠，每穗节有2小穗。每小穗有1～4粒种子。种子千粒重2.5～2.8克。

抗旱、抗寒，耐盐碱，刈割、放牧后能迅速再生。可春播、夏播或秋播。每公顷播种量11～15千克。条播，行距30厘米，播深2～4厘米。宽行距播种可获得较高的种子产量。其干草营养成分（占干物质的百分率）为粗蛋白质14.1%，粗脂肪2.6%，粗纤维22.4%，无氮浸出物52.9%，灰分8.0%。适口性好。多用于放牧，亦可刈割调制干草或青贮。 （吴渠来）

儿茶 (catechu tree) 含羞草科金合欢属的一个种，学名*Acacia catechu* Willd.，别名黑儿茶、孩儿茶。落叶小乔木。为常用药用植物。心材提取的烤胶，含儿茶单宁酸20～50%，儿茶精（d-catechin）2～20%，及表儿茶酚（epicatechol）等成分。性微寒，味苦，有清热、化痰、生津、敛疮、止血、生肌、镇痛等功效。主治肺热咳嗽、咯血、腹泻、扁桃腺炎、小儿消化不良等病。也是工业上鞣革、印刷、染布的优良原料。木材棕红色、坚硬、致密、抗虫，可制家具。原产印度、缅甸及中国云南南部，至今产量较多。此外中国广东、广西、福建、四川、台湾、浙江等省（自治区）也有少量栽培。株高10～13米，树皮黄褐色。小枝纤细，有刺。二回羽状复叶互生，具小叶30～50对。叶轴基部有刺2枚。总状花序腋生，花瓣5枚，黄白色，雄蕊多数，雌蕊1枚，荚果扁而薄，内含种子数粒。花期5月至6月和8月至9月；果熟期2月至3月和9月至11月（见图）。阳性树种，适应性广。喜温暖，耐干旱，抗寒力较强，在年平均温度21～22℃，冬季无霜，年雨量400～3 000毫米的地区均可栽培，并能忍受7～8个月的干旱。以砂质土为好，在贫瘠干旱地区生长受限制。在赤道带垂直分布可达海拔1 000米以上。短暂的零度低温，植株仍不受害。抗风力一般。用种子繁殖。播前用始温40～50℃温水浸种，冷却后再浸24小时。条播，植距40～50厘米。苗高约1米雨季定植。植距1×5米，直播造林可密些，2×2米或2×3米。每穴播8～10粒种子，苗高20厘米时间苗。及时除草、松土、追肥。儿茶有猝倒病，病原是*Pythium* spp.，危害幼苗，可按3:1将石灰和草木灰混合撒于苗床。柑桔粉蚧*Pseudococcus citri* Risso为害枝条，可用三硫磷3 000倍液喷杀。在印度，选25～30年生，直径20～25厘米的母树，于旱季砍伐，锯成40～50厘米的小段，削去边材，将心材切成碎片，放入陶罐加水煮沸12小时，倒出红色汁液，再煮至溶液变稠，倒入2厘米正方形的模型中凝固，烘干即成商品儿茶膏。20世纪40年代末，印度已采用机械加工，年产350～400吨儿茶膏，750～800吨儿茶精。



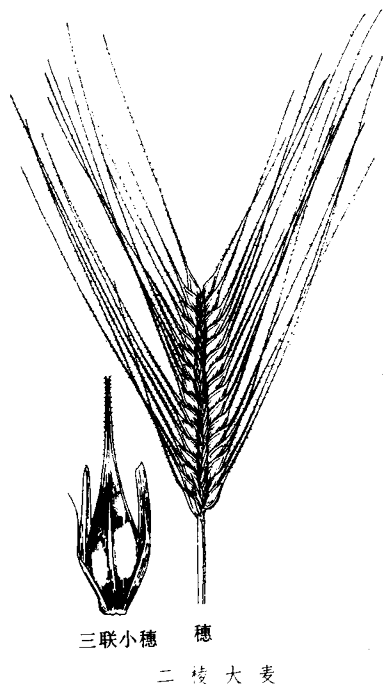
儿　茶

（丁慎言）

二环系 见玉米自交系。

二棱大麦 (two-rowed barley) 普通大麦种中的一个亚种，学名*H. vulgare* ssp. *distichon* Hsü.。其三联小穗的侧小穗发育不全或只剩护颖，仅中列小穗结实，穗形呈扁平状（见图）。分皮、裸两大变种群。二棱皮大麦籽粒淀粉含量高，制麦芽质量好，是酿造啤酒的优良原料。

二棱大麦株高60～120厘米，茎秆细、较坚韧，分蘖性强，成穗数多。叶片比多棱大麦窄，叶耳大，叶色较浅。穗轴坚韧不易折断，穗在成熟时呈下垂或直



二棱大麦

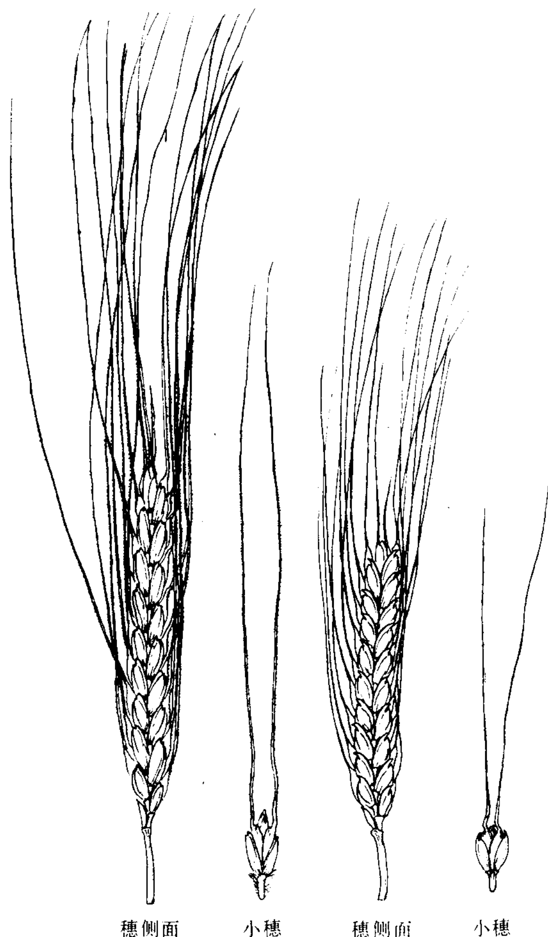
立、下垂者穗轴节片长，小穗排列稀，易开颖授粉。后者相反。多为闭颖授粉。多数长芒，少数短芒，无芒类型极少。籽粒大而整齐，千粒重35～45克。多数春性，少数弱冬性，冬性品种极少。西欧国家虽育成一些冬性二棱品种，但越冬性较差。小穗排列稀疏的较抗赤霉病，一般不抗黄叶病，欧洲一些国家从二棱型中筛选到少量抗病类型。

世界各国以种植春性二棱皮大麦为主，如苏联、奥地利、匈牙利、民主德国、荷兰、法国等春性品种占70～80%，但由于冬性品种产量高，欧洲各国正在培育和逐步扩种冬性品种。欧洲二棱大麦多为穗颈部弯曲的下垂型，亚洲则以直立型为主。中国长江中下游地区栽培二棱大麦较多，尤以江苏、浙江两省和上海市的面积较大，湖南、湖北等省亦在发展。因二棱大麦较抗赤霉病，加之啤酒工业的需求，故上述地区以种植二棱皮大麦为主。中国从日本引进的早熟3号（即关东2条3号），是种植较为广泛的优质啤酒大麦品种。北方春大麦区亦有二棱皮大麦的栽培。

（黄志仁）

二粒小麦（emmer） 小麦属四倍体种，包括野生二粒小麦 *Triticum dicoccoides* Körn. 和栽培二粒小麦 *Triticum dicoccum* Schuebl.。染色体数2n＝4x＝28，染色体组型为AABB。穗扁平，每小穗结实2粒，穗轴易断，籽粒带皮（稃）（见图）。

野生二粒小麦最早在巴勒斯坦发现，故又称巴勒斯坦野生小麦。分布在地中海东岸，即从土耳其南部到叙利亚南部海拔1 500米以下地区。该种已知有26个变种。幼苗从匍匐至近直立型的都有，但多为匍匐型。株高一般80～90厘米，易倒伏，穗下茎节间为髓所填充。穗长9厘米左右，具粗糙长芒，护颖质硬，颖脊明显，穗轴节片周围有密毛，小穗基部有长毛。穗轴脆，易逐节自然断落，折断方式上节位。种子带皮（稃），不易脱粒，每小穗2～3花，结实两粒，籽粒较长，两端稍尖，硬质，红色或浅红色，蛋白质含量高达24%以上，是小麦育种的高蛋白源。冬性，很少春性，春化阶段和光照阶段长。变种var. *kotschianum* 具Rf基因，能恢复硬粒小麦与提莫菲维小麦核质杂种的育性。抗条锈病和散黑穗病。



二粒小麦

(a)野生二粒小麦 (b)栽培二粒小麦

栽培二粒小麦是古老的栽培种，欧、亚两洲史前就有种植。现在零星分布在外高加索和达格斯坦山区、伏尔加河流域、巴尔干半岛以及西班牙、伊朗、土耳其、摩洛哥、印度等地。已知有76个变种。多数类型

幼苗直立，叶片着生茸毛。株高90～120厘米，抗倒伏性不强。穗扁平，长8～10厘米，侧面宽于正面；小穗排列紧密，多具长芒，颖脊明显，穗轴较脆，触碰时易断，折断方式为上节位，难脱粒。籽粒较长，红色、硬质。以春性为主，早熟，适应性强。抗锈病、白粉病和散黑穗病性能超过普通小麦。有些类型抗旱性强。它是带皮（稃）小麦在小麦育种中应用较多的种。如美国利用二粒小麦品种沃诺（Vernal）与普通小麦杂交育成希望（Hopa）和H44两个品系，一度广泛作为抗秆锈病的抗源，其抗病性来自沃诺。二粒小麦品种卡普利（Khapli）曾是叶锈病著名的抗源，加拿大利用它育成了硬粒小麦品种大力士（Hercules），表现早熟、矮秆，抗秆锈病和叶锈病。（孙雨珍）

二熟制 (double cropping) 在同一块田地上一年内接连种植两季作物的**种植方式**，有旱地二熟与水田二熟之分。

在中国主要类型有小麦—玉米、小麦—大豆、小麦/玉米、小麦—甘薯以及小麦—谷子、小麦—花生、小麦—烟草等旱地二熟制。在长江流域棉区主要是麦套棉和蚕豆套棉的二熟制，华南南部地区还有玉米—甘薯、大豆—玉米等的种植方式。

旱地两熟制要求较高的水热条件，一般≥0℃积温4 100℃（或≥10℃的积温3 600℃）的等温线为两熟制的北界，小麦、玉米两熟制在≥10℃的积温3 600～4 500℃地区，多采用二茬套作。两熟制要求年降水量在700毫米以上，低于此限必须进行灌溉。在半干旱地区，小麦收获后只能种植生育期短的糜、粟或其它短期填闲作物。

水田两熟制主要以水稻为主套种或连种其它作物。主要类型有：①喜凉的冬作物与水稻一年两熟，如小麦—水稻两熟和油菜—水稻两熟，分布在年均温度为15～17℃、≥10℃积温为4 500～5 500℃的西南地区、江淮平原和长江中下游及汉中盆地等广大稻区。在年平均温度为12～15℃的黄淮海平原以及≥10℃积温只有3 500℃的宁夏银川平原亦有少量分布，但水稻用的是早熟品种。②水稻与喜温作物一年两熟制，面积最大的是南方地区的冬闲—双季稻两熟制；在长江流域及华南山区有少量的早稻—秋大豆或春大豆—晚稻两熟制；云南、贵州、湖南部分地区有烟草—水稻（迟中稻或晚稻）；广西有玉米—水稻、黄麻—晚稻、早稻—秋甘薯、早稻—秋大豆、中稻—荞麦以及西瓜—水稻等。这种类型的两熟制要求较高的热量条件，一般要求≥10℃积温在5 000～5 000℃以上。除冬闲—双季稻两熟制需水量较大外，其余的两熟制需水量相对较少，可在降雨稳定的季节种植水稻，雨水较少的季节种旱地作物。

实行两熟制的主要技术是根据当地光热条件，选择适宜二茬种植的作物品种，使二茬作物既能适时成熟，又充分利用了光热资源。季节紧张的情况下，可采用二茬套种达到两熟。增加水、肥供应，满足二茬作物要求，是提高总产量的重要手段。

（邹超亚　牟正国）

二项分布 (binomial distribution) 间断性变数的一种最重要的理论分布。也称贝努里（Bernoulli）分布。在试验或调查中，一类常见的随机变数是：各个个体的某种性状或特性可分为相互对立的两组（如死和活，白和非白，无和有，感和抗等）。这类资料一般都服从二项分布。假定某性状出现的概率为p，不出现的概率为$q=1-p$。若做n次独立试验，则该性状出现x次（$x=0,1,2,\cdots,n$）的概率为：

$$f(x)=C_n^x p^x q^{n-x}=\frac{n!}{x!(n-x)!}p^x q^{n-x}$$

式中 $f(x)$称为随机变数x的二项概率函数，因为$C_n^x p^x q^{n-x}$恰好是二项式$(p+q)^n$展开后的概率分布，故称这类分布为二项分布。

二项分布下，次数x的平均数μ和标准差σ为：

$$\mu=np,\quad \sigma=\sqrt{npq}$$

成数（x/n）的平均数μ和标准差σ则为：

$$\mu=p,\quad \sigma=\sqrt{pq/n}$$

二项分布的形状，在$p=q$时，左右对称，若$p\neq q$，则分布偏斜。

如果$n>30$，而p值又在0.5左右（不趋近0或1），二项分布将趋于正态分布。这时，二项分布的概率计算，可直接查正态概率函数表得出。

二项分布广泛应用于作物研究中，如总体成数估计，两个样本成数的比较等。在育种工作中，二项分布可用来预测杂种后代具有某种性状的个体的出现概率。（姜藏珍）

F

发芽 (germination) 胚根伸出种皮形成种子根或营养器官的生殖芽开始生长的现象。种子或芽若处于休眠状态，则必须解除休眠状态后才可能发芽。种子的发芽，一般都要经过吸水膨胀、萌动和发芽三个过程。在发芽过程中，常伴随着淀粉酶、呼吸氧化酶等酶系活性的加强，其中有些酶是在发芽时产生。

种子或有生殖功能的营养器官，其自身状况和收获、贮藏的时间与方法以及发芽过程中的外界条件，都是影响发芽的因素。而空气、水分和温度是发芽的主要条件。发芽时，种子的胚、营养器官的生殖芽和包被组织，都需要良好的通气状况以供给氧气。水稻等作物发芽时能利用水中的氧气，其它绝大多数作物则因水分过多而影响通气状况，不利于发芽。成熟的种子含水量较少，水分常是发芽的主要限制条件，只有吸收充足的水分才能满足生物化学过程的需要。酶的活性在一定温度下才能得到充分表现。在氧气和水分条件得到满足的情况下，温度又会成为限制因素。不同作物发芽的最低、最适和最高温度不同（见**三基点温度**）。有的作物需要每日恒温条件，另一些作物需要昼夜变温。有时不适宜的温度，还会引起酒精发酵和霉菌感染，以致造成种子霉烂坏死。另外，一些作物的种子发芽还和光照有关。如烟草等作物的种子，在有光照的条件下发芽良好，一些百合科药用作物的种子发芽需要黑暗条件。有的作物种子若无光的刺激则不能发芽。

作物播种前，选种和确定用种量要以发芽势和发芽率为重要依据。前者指各种作物种子在其特定的时间内能发芽的百分率；后者指能发芽的种子占全部供试种子的百分率。 （李文雄）

法国农作物研究机构 (research institutes of farm crops in France) 法国国家农业研究院（Institut National de la Recherche Agronomique，简称INRA），是1946年在战前各种不同试验站（室）的基础上组建的，目前是法国唯一从事农、林、牧、渔科学研究的政府部门，由农业部和研究部双重领导。1986年，全院拥有职工8 217人（其中科学家1 541人、工程师1 179人、技术员4 552人，行政人员945人）。研究部25个，研究中心22个，试验站（室）300多个，种植园300个，试验地1 100公顷。院部设在巴黎。该院设置的科研机构大都是综合性的，与农作物有关的单位有植物遗传改良研究部和农艺研究部，以及这两个研究部所属的试验站（室）。

植物遗传改良研究部（Departement de Genetique et d'Amelioration des Plantes）：在全国设有30多个试验站（室），对70多种栽培植物开展研究。农作物的遗传改良工作，主要在凡尔赛（Versailles）、蒙彼利埃（Montpellier）、克莱蒙费朗（Clerment-Ferrant）、第戎（Dijon）、雷恩（Rennes）、米尼埃尔（Miniere）、蒙昂肖塞（Mons-en-Chaussee）、卢西尼昂（Lusignan）、圣马丹德欣克斯（Saint-Martin-de-Hinx）、潘奥阿拉（Pin au Haras）等遗传改良试验站进行。截至1984年为止，该研究部育成并在国内外推广使用的有74种栽培植物的品种约400个，其中谷物品种34个，玉米和高粱品种28个，饲料作物品种38个，油料—蛋白质作物品种20个。

农艺研究部（Departement d'Agronomie）：在全国设有22个试验站（室），对作物生产要素和条件（如土、肥、水、光照、温度等）、植物生理机能（如光合、呼吸、吸收、蒸腾等）、轮作制度、施肥方法、栽培技术等开展研究。对农作物的研究，主要在凡尔赛、蒙彼利埃、第戎、克莱蒙费朗、蒙特法维（Montfavet）、亚眠（Amiens）、昂蒂布（Antibes）、昂热（Angers）、科尔马（Colmar）、蓬德拉梅（Pont-de-la-Maye）和坎佩尔（Quimper）等农艺试验站进行。 （王宝善）

番红花 (saffron crocus) 鸢尾科番红花属中的栽培种，学名*Crocus sativus* L.。多年生草本植物。别名藏红花、西红花。花柱和柱头可用作药品、香料和染料。原产西班牙、希腊、伊朗、法国、荷兰、奥地利、联邦德国、民主德国和意大利等国，印度、苏联和日本亦有栽培。商品最初由印度传入中国西藏，故有藏红花之称。中国浙江、北京、上海、江苏等省（市）已有引种栽培。

地下茎呈扁球形或球形，大小不一，外被褐色膜质鳞叶，内呈乳白色，肉质，具多条棕色环节，每节生1～5个芽。叶丛生，9～15片，自球茎生出，无柄，叶片窄长线形。花顶生1～2朵，多者可达5朵，花冠淡紫色，裂片6，外侧3片比内侧3片大，花筒细管状；雄蕊3枚，花药黄色，基部箭形；雌蕊3心皮合生，子房下位，花柱细长，黄色，柱头3深裂，伸出花筒外部，下垂，深红色，顶端略膨大，有一开口，呈漏斗状。蒴果长圆形。种子多数，圆球形。花期10月至11月，多数只开花，罕见结果。

短日照植物。喜温暖湿润气候，喜阳光，怕酷热，能耐寒，忌涝。10月上旬主芽出土，后抽生簇叶，10



番　红　花

月下旬齐苗，在齐苗后3～7天即可开花，开花期气温一般在14～20℃，土温在14～18℃为宜。翌年2月至3月地上部分生长时，需要适宜的雨量，温度以15℃为宜。幼苗期可耐 －10℃ 左右的低温，5月地上部分枯萎，进入休眠，开花以后，母球茎营养逐渐消耗而萎缩干枯时，新球茎就开始形成，新球茎无须根，从基部长出一条粗而大的贮藏根，随着新球茎的发育成长，贮藏根自然脱落，生育期为220～230天左右。宜选土质肥沃、排水良好的砂质壤土、壤土或腐殖质土，pH 5.5～6.5，前作以大豆为宜，忌连作。

用球茎繁殖。4月至5月地上部枯萎后，挖出球茎，摊晾后贮存。9月栽种，尤以9月上旬为宜。栽种前要先进行大小分级，球茎在 8 克以上者，行株距为15×15厘米，8克以下者，为10×10厘米。栽后覆土6～10厘米，再盖草一层，并保持土壤湿润。出苗后，除去盖草。出苗后和开花时，要及时中耕除草。开花前施一次饼肥，促进生长；开花后再施一次肥，防冻保暖，以利球茎膨大。遇春雨积水，必须开沟排水。冬寒气温较低时，要搭塑料棚遮盖。病害有腐烂病 *Fusarium* sp.。生长期应防鼠害。11月上旬开花，将花剪下，随即将花与花柱分离，去除基部黄色或白色部分，采下的花朵不能较长时间堆放，以免发酵。花柱干燥后放密闭容器中贮藏。留种球茎要按大小分级，一般重量在 8 克以上者才能开花，在15克以上者开1～2朵花，尤以30克以上者为最佳。小者可再培养 1 年，第 2 年可成为开花球茎。繁殖系数2～2.5倍。也可在 9 月上中旬选20克以上的球茎，除去侧芽，分档上盘，置室内木架上，温度控制在15～18℃，湿度80%左右，光照11小时左右，避免直射光线。11月上中旬开花时采摘，一般比露地开花迟3日左右。室内开花结束以后，在11月下旬移栽前先把侧芽摘掉，再将球茎移栽于大田。应用室外栽培、室内开花的方法，可防止生根，使柱头增长，花柱呈深红色，有光泽，质量好，折干率高，比露地开花增产20%左右。

花柱含数种番红花甙及番红花酸二甲酯（Crocetin dimethylester）、番红花苦甙（Picrocrocin）等，另含挥发油0.4～1.3%，油中主要含番红花醛（Safranal）。此外还含异鼠李素、山奈素及维生素B_1和B_2。药理实验：能增高子宫紧张性与兴奋性，有降低血压的作用。味甘，性平。有活血祛淤、凉血解毒功能。主治月经不调，产后恶露不行及跌打损伤，淤血作痛，忧思郁积，胸胁胀闷。　（王亚淑）

番麻 (blue aloe)　龙舌兰科龙舌兰属的一个种，学名 *Agave americana* L.，多年生草本植物。别名世纪树、百年兰、宽叶龙舌兰。原产中美洲，1890年传入中国浙江省平阳县，广东、广西、浙江、云南、福建、四川等地均有分布。20世纪50年代，中国曾较大面积种植，后因产量低而改种剑麻。

叶片灰绿色，小而宽，一般宽度15～20厘米，叶面多蜡粉，成龄叶片向外弯曲、下垂。开花期5月至6月，圆锥花序，较大；花朵大，蕾长约10厘米，苹果绿色，花药长约2.5厘米，子房长约4厘米。蒴果，长圆形，花后长出少量珠芽。常见番麻有二倍体（2n＝60）和四倍体（2n＝120）两种，此外尚有六倍体（2n＝180）、八倍体（2n＝240）种，它们之间杂交后代可育。

适应性强，耐旱、瘠、寒、风，抗病虫害能力亦较强。生命周期15年以上，总叶数150～200片，单株年长叶15～20片。纤维率2.5～3.0%，每公顷产干纤维400～800千克，束纤维强力为45～55千克/克·300毫米。因纤维质量差、强力小和产量低，番麻在热带国家多处于野生状态。有些种类在温带成为观赏植物，冬季移入温室，其中金边龙舌兰 *Agave americana* L. var. *variegata*. Nichols 有观赏价值。现有小规模种植，供杂交亲本和品种比较试验用。沿海渔民和内陆农民种植番麻多作围篱，或用以打绳、结网。

番麻有大刺、小刺和无刺三个变种。其中以无刺番麻 *Agave amerieana* L. var. *inermis* 含皂素较多（干重＞1.04%），其中70%为海柯吉宁，30%为替柯吉宁，可制可的松（Cortisone）、强的松（Prednisone）和地塞米松（Dexamethesone）等贵重药品，为治风湿、皮肤炎良药。　（曾友梅）

番泻叶　见狭叶番泻树。

翻耕（plowing） 用有壁犁等将土壤耕层翻转并使土垡随之松碎的耕作方法。又称犁地、翻地。由于犁壁形状和犁体构造的不同，翻耕有全翻垡、半翻垡和分层翻垡三种方式。全翻垡采用螺旋形犁壁的犁耕翻，垡片翻转180°，这种方式翻土完全，覆盖严密，消灭杂草的作用强，但碎土较差，适用于耕翻绿肥、牧草地、荒地或感染杂草严重的地块。半翻垡采用熟地犁翻耕，垡片翻转135°，翻后垡片彼此相连，与地面呈45°，这种方式牵引阻力较小，兼有较好的翻土和碎土作用，适于一般农田应用。分层翻垡采用复式犁将耕层的上下层分层翻耕，上层由小铧翻转180°左右，下层由主犁翻转135°。这种方式覆盖比较严密，能保证良好的翻耕质量，适于荒地开垦，也适于熟地上翻耕。

翻耕是世界各国应用历史最久、范围最广的一种土壤耕作法。中国传统的翻耕农具为旧式畜力犁，耕深偏浅，犁沟呈三角形。20世纪50年代以来，旧犁逐渐为机引代替。

作用 ①翻转耕层，将耕层的上下层次适当变换，从而改善耕层土壤的物理、化学性和生物状况，以创造适宜的耕层构造。②疏松耕层，使土壤疏松散碎为团聚体状态，增加非毛管孔隙，提高总孔隙度，增加通气性和透水性，促进好气性微生物活动和养分释放，有利于根系生长。③翻埋农肥、残茬、杂草和病虫等生物有机体，为提高播种质量和作物出苗创造条件。把地面和表土中害虫卵、蛹、病菌孢子等翻到下面，使其在缺氧条件下窒息死亡；把原来藏于下层的害虫翻到地表，改变其生活环境，失水干枯，或于冬季低温下冷冻死亡，或为天敌消灭。翻耕的不良影响或不足之处，在于它改变了原耕层的微生物区系，使土壤过度疏松，从而增加水分散失，加速土壤好气性分解，同时也会增加杂草种子的全耕层混杂。

适宜深度 因气候、土壤特性和作物种类的不同而有所变化。在生产中，一般翻耕深度为15～20厘米，较深的达21～25厘米。翻耕较深能创造疏松深厚的耕层，有利于空气的透入和有机质的矿化，使根系向耕层深处伸展。但是耕翻过深，大孔隙增多，自下而上的提墒能力减弱，影响种子发芽和幼苗生育；耕翻作业过程失水较多，且作业成本大大增加。因此，耕作深度应该因地制宜地全面衡量得失。一般雨季前翻地可深，如翻地后没有水分补偿宜浅；土层较厚宜深，土层较薄宜浅；秋（冬）耕宜深，春耕宜浅；深根作物宜深，浅根作物宜浅。当耕层较薄，心土层有砂礓层或白浆层，则采取上翻下松或全层深松的办法（见深松）。此外，为了不产生犁底层，耕翻深度应经常变换。

翻耕的时间 一般都是在作物收获后进行。中国北方地区多在秋作物收获后翻耕。对于水田和低洼地，或因土壤水分过大，或因结冻，秋翻不能保证应有质量时才进行春翻。从北方气候特点和生产实践来看，一般秋翻耕优于春季翻耕。黄河、淮河流域一年两熟地区，夏季小麦收获后，因农时紧迫，多不翻耕而采用旋耕、耙茬或不耕，直接播种秋作物。中国南方稻麦或棉麦两熟制地区，多采用麦后浅耕，稻（棉）后深耕。至于双季稻三熟制地区，往往也是一季深耕、两季浅耕或不耕，深翻耕时期或为晚稻收后种麦之前，或为收麦（油、肥）之后早稻插秧之前，因农时季节及冬作物种类而异。

耕翻应选择土壤水分宜耕阶段（即土壤粘结性减弱而粘着性尚未产生的土壤湿度条件）进行作业，保证应有的质量。常有内翻、外翻两种方法，地块大时需进行套耕，以减少开闭垄。 （胡恒觉）

饭豆（rice bean） 豆科豇豆属栽培种，学名 *Vignaumbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi。一年生草本植物。以其种子与米同煮为饭或粥，故名。别名：米豆、蔓豆、竹豆、精米豆和爬山豆等。具有粮食、绿肥和饲料等用途。

饭豆起源有两种说法。一种意见认为起源于兴都斯坦，印度支那——印度尼西亚及中国——日本起源中心，从喜马拉雅山区和中国中部到马来西亚都有野生饭豆。另一种意见认为起源于喜马拉雅山到斯里兰卡的热带地区。1958年和1979年在云南省采集到野生饭豆和饭豆的近缘植物。

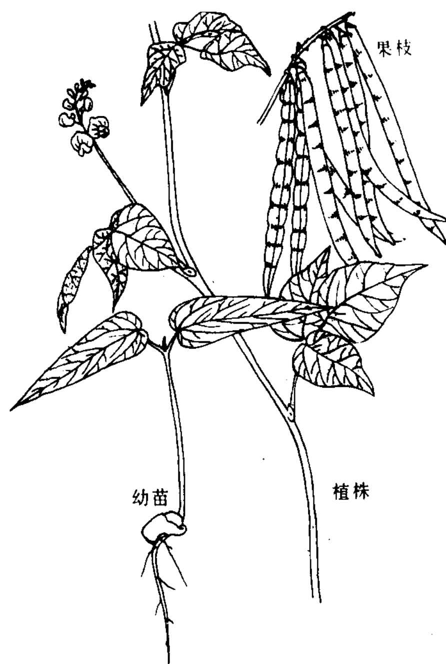
饭豆主要分布在亚洲东部和南部，主产国为中国、泰国、缅甸等；美国、乌干达、毛里求斯也有栽培。中国主产区为东北三省、内蒙古、山西、陕西、贵州、云南、台湾等省（自治区），籽粒产量每公顷750～1 500千克。

饭豆原定为菜豆属。60年代以来已划归豇豆属。染色体数2n＝22。种以下根据植物学形态分为四个变种，var. *major*，花较大，主要栽培在印度北部和缅甸；var. *rumbaiya*，具直立或较短的茎，主要分布在缅甸的卡西亚（Khasia）山区；var. *gracilis*，为产于印度的野生型，茎柔软平滑，小叶狭长；var. *glaber*，具光滑的茎叶。

饭豆的研究还很少，资源搜集不多，印度国立植物遗传资源委员会搜集有饭豆资源500份，用杂交方法选育出的早熟品种E．C．16167及E．C．12416，亚洲蔬菜研究和发展中心搜集有79个品系，发现了抗白粉病、猝倒病和细菌性叶斑病的品系。中国饭豆资源数量和类型较多，已搜集资源约600份，具有不同生长习性和生育期的种质材料，籽粒大小及粒色均有许多变异。生产上用的多为地方品种，如贵州省黄平县的红爬山豆、云南省弥渡县的大白饭豆、陕西省山阳县的白蔓豆。

饭豆株高100～300厘米，分枝数个，生长习性有蔓生、半蔓生和直立三种。根系强大，主根长100～150厘米，支根较多，上着生小根瘤。茎多绿色，亦有紫红色。子叶不出土。初生叶长椭圆状披针形，对生，三出复叶，小叶卵状菱形，顶端渐尖。全缘或浅三裂。腋

生总状花序，每个花序梗上着生5～20朵花，花冠鲜黄色，自花授粉，早晨开放，午后凋萎。荚簇生，呈细长圆筒形，有时略弯曲，光滑或有茸毛，荚尖有钝嘴，成熟荚色褐或黑，无缢痕，每荚含种子6～10粒，易裂荚。种子长圆形，两端圆，种脐白色凸出，中部直线下凹。籽粒颜色有黄白、红、黑、花斑等。百粒重4～16克，大多数为6～8克。



饭　豆

饭豆适应地区较广，多种于热带和亚热带的低海拔地区，耐高温，较抗旱，不耐涝，不耐寒冷。适宜生长的温度为18～30℃，对土壤要求不严，从轻松土到粘重土都能生长，pH值6.8～7.5为宜。短日性植物，对光照反应敏感，在短日照条件下能提早开花结实。

栽培上常用饭豆与玉米、高粱等作物间作或套种，也可于早稻收获后播种，或在田边地头种植。播种期有春播和夏播，对播种期要求比较严格，中国北方于4月下旬至5月中旬播种，南方于6月至7月间播种。过早播种茎叶易徒长，过迟播种则影响正常成熟。播种方法有撒播、点播和条播。撒播的每公顷播种量65～90千克，条播和点播为30～45千克，行距30～50厘米，株距为15～18厘米，播种深度4～5厘米。以基肥为主，氮、磷配合，有利于根瘤菌和幼苗的生长。生育后期应多施磷、钾肥料，以提高种子结实率和饱满度。苗期易生杂草，开花前要进行中耕。多雨地区，须进行培土，以利护根和排水。发生徒长时要摘心，以抑制徒长，增加结荚数。荚果成熟不一致，需分次收获，收后晒干并进行防虫处理。饭豆抗病力较强，但易感染根瘤线虫，与水稻轮作可避免为害。

籽粒含蛋白质19～23%，脂肪0.6～1.2%，碳水化合物61～65%，钙和铁的含量高于其他食用豆类。

籽粒与大米同煮作饭或单煮豆粒食用，亦可制豆馅，幼苗和嫩荚可作蔬菜。茎、叶、籽粒均为优良饲料。饭豆生长快，枝叶繁茂，是良好的绿肥和覆盖作物，也可种植在庭院或住宅四周作绿色篱笆　　（张传乃）

方差分析 (analysis of variance)　将试验数据的总变异按变异原因分解为各相应部分的平方和与自由度，进而由所得各变因均方值的相对大小衡量其相对重要性的数学方法。

基本原理与方法　最简单的试验只具一个试验因素。设k=5种处理，n=4次重复，所得kn=20个数据的符号、各处理总和及平均数如下表所示。

	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5	
	x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{51}	
	x_{12}	x_{22}	x_{32}	x_{42}	x_{52}	
	x_{13}	x_{23}	x_{33}	x_{43}	x_{53}	
	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}	x_{54}	
总和T_i	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T(总和)
平均$\bar{x}_i$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$	$\bar{x}$(总平均)

方差分析步骤：

自由度与平方和的分解　该试验中，数据的线性模型为：$x_{ij}=\mu+d_i+\varepsilon_{ij}$（见**线性可加模型**）。每一观察值以离均差表示的变异为：

$$(x_{ij}-\bar{x})=(\bar{x}_i-\bar{x})+(x_{ij}-\bar{x}_i)$$

即　总变异＝处理间变异＋处理内变异。后者为偶然性的随机误差变异。相应于变因分析，可将自由度(df)及平方和(SS)分解如下：

$$总df=处理间df+误差df$$

或写为　$(kn-1)=(k-1)+k(n-1)$

$$总SS=处理间SS+误差SS$$

或写为$\sum_1^k\sum_1^n(x_{ij}-\bar{x})^2=n\sum_1^k(\bar{x}_i-\bar{x})^2+\sum_1^k\sum_1^n(x_{ij}-x)^2$

（定义式）

或$\left(\sum_1^k\sum_1^n x_{ij}^2-c\right)=\left(\frac{\sum_1^k T_i^2}{n}-c\right)+(总SS-处理间SS)$

（计算式）

其中　$c=T^2/nk$因而各变因的相应均方为：

$$总变异均方S_T^2=\sum_1^k\sum_1^n(x_{ij}-\bar{x})^2/kn-1$$

$$处理间均方S_t^2=n\sum_1^k(\bar{x}_i-\bar{x})^2/k-1$$

$$误差均方\quad S_e^2=\sum_1^k\sum_1^n(x_{ij}-\bar{x}_i)^2/k(n-1)$$

变异原因的显著测验　试验因素的显著性是相对于误差而言的，这可借助于F测验作出推断。若$F=S_t^2/S_e^2$比1大得多，便说明处理间的变异显著大于随机因素的变异。达到一定显著水平的临界F值依两个均方的自由度而异，可按(df_t，df_e) 从F表中查得(见**F测验**)。

多重比较　若方差分析目的只在明确处理间有无显著差异，只需上述两步骤。若还需在F测验显著的基础上进一步检验哪些处理间有显著差异，则需进行处理平均数间的多重比较。常用的方法有最小显著差数法(LSD)及邓肯氏新复极差法（见**多重比较**）。

基本类型　上例为单向分组、组内观察值数目相等的方差分析。组内观察值数目不相等时，分析方法相似，但因各组的n_i不等而稍有不同。试验因素可以不止一个，在两个因素(A、B)的试验中，该两因素间的组合方式有交叉式(或正交式$A\times B$)及分枝式(或套叠式$B|A$)两种。

两因素交叉式　若A因素有k水平、B因素有m水平，则其处理组合为：

	b_1	b_2	b_3
a_1	a_1b_1	a_1b_2	a_1b_3
a_2	a_2b_1	a_2b_2	a_2b_3
a_3	a_3b_1	a_3b_2	a_3b_3
a_4	a_4b_1	a_4b_2	a_4b_3

共12个处理组合。若每处理组合重复n次，则其数据的线性模型为$x_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_j+(\alpha\beta)_{ij}+\varepsilon_{ijk}$。即$x$的变异由$A$因素、$B$因素、$AB$两因素交互作用等效应及随机误差所组成。相应地，其自由度及平方和的分解为：

$$总df=df_A+df_B+df_{AB}+df_e$$

$$即(kmn-1)=(k-1)+(m-1)+(k-1)(m-1)+km(n-1)$$

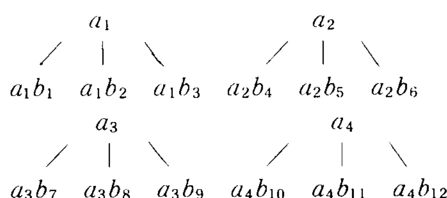
$$总SS=SS_A+SS_B+SS_{AB}+SS_e$$

$$即\sum_1^{kmn}(x_{ijk}-\bar{x})^2=mn\sum_1^{k}(\bar{x}_i-\bar{x})^2+kn\sum_1^{m}(\bar{x}_j-\bar{x})^2+\sum_1^{kmn}(\bar{x}_{ij}-\bar{x}_i-\bar{x}_j+\bar{x})^2+\sum_1^{k}\sum_1^{m}\sum_1^{n}(x_{ijk}-\bar{x}_{ij})^2$$

由此可得各变因的均方S_A^2、S_B^2、S_{AB}^2及S_e^2，然后分别计算前三者对S_e^2的F值，以测验各该变异原因的显著性随机区组设计的方差分析属这种类型。

若两因素交叉式试验无重复，则常用交互作用项作为误差估计以测验A及B的显著性。

两因素分枝式　若A因素有k水平，B因素有m水平，其组合方式为：



共有$km(4\times3=12)$个处理组合。B因素水平从属于A因素，各处理组合内可能有差异，但无严格的分类差别。若每处理组合重复n次，其数据的线性模型为：$x_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_{ij}+\varepsilon_{ijk}$，即$x$的变异由$A$因素效应、$A$因素内的$B$因素效应及随机误差所组成。相应地，其自由度及平方和的分解为：

$$总df=df_A+df_{B|A}+df_e$$

$$即(kmn-1)=(k-1)+k(m-1)+km(n-1)$$

$$总SS=SS_A+SS_{B|A}+SS_e$$

当试验因素在三个或三个以上时，因素间的关系将可能更复杂些，可以三个因素均正交，或三个因素均分枝，或者二个因素相互正交而第三因素分枝等等。其方差分析均可以上述方法为基础导出。

方差分析中，一个因素的效应可能属固定模型或者属随机模型。当试验方案包含二个或二个以上因素时，试验数据的线性模型可依各因素的效应而区分为固定模型、随机模型及混合模型。如上述交叉式例中，A、B均假定为固定，数据的线性模型属固定模型；分枝式例中假定A为固定，B为随机，则其数据的线性模型为混合模型(参见**线性可加模型**和**期望均方**)。

基本假定及数据转换，应用上述各种线性模型进行方差分析并测验显著性，是以下述基本假定为前提的：①处理效应与误差成分具有可加性，无交互作用；②各观察值的试验误差相互独立，以平均数为0，共同方差为σ^2作正态分布，即$\varepsilon\sim N(0,\ \sigma^2)$。这二者互有关联，不符合其中之一往往同时不符合其他条件。如果实际资料偏离这些假定太大，便不适宜用F或t测验，或不宜用同一误差均方进行测验。一旦用之做测验，则实际显著水平将偏离原定水平，通常会偏大。对于明显不符合上述基本假定的资料，有一些补救的方法：①剔除某些表现特殊的观察值、处理，或重复。②将全试验误差方差分裂为几个较为同质的误差方差。③将试验数据经过适当转换后再进行分析，平方根转换适用于处理平均数与其相应方差成比例关系，一般用$\sqrt{x}$转换。若有0值或小于10时可用$\sqrt{x+1}$转换。对数转换适用于处理平均数与其相应

$$即\sum_1^{kmn}(x_{ijk}-\bar{x})^2=mn\sum_1^{k}(\bar{x}_i-\bar{x})^2+n\sum_1^{k}\sum_1^{m}(\bar{x}_{ij}-\bar{x}_i)^2+\sum_1^{k}\sum_1^{m}\sum_1^{n}(x_{ijk}-\bar{x}_{ij})^2$$

由此可得各级因素的均方S_A^2、$S_{B|A}^2$及S_e^2。用S_e^2测验$S_{B|A}^2$的显著性，用$S_{B|A}^2$测验S_A^2的显著性。即用该级单

位间均方测验该级单位间的显著性。标准差成比例关系，或处理效应在不同环境下出现倍增现象，若有0值或数字小于10可用$\log(x+1)$转换。反正弦转换适用于百分率数据出现有30%以下或70%以上的情况。倒数转换适用于标准差与平均数的平方有比例关系的数据。此外，当试验数据波动较大时，可以用几个观察值的平均数为单元作方差分析。

（盖钧镒）

防杂保纯（maintaining cultivar purity） 农作物种子生产过程中，保持优良品种原有生物学特性和经济性状，防止混杂退化的措施。品种混杂退化包含两个既有联系又有区别的概念。品种混杂指良种中混有其它品种的种子，使纯度降低；退化指良种原有的生物学特性和经济性状发生不良变异，以致引起种性变化。混杂退化了的品种一般丧失原有的典型性。如稻、麦等禾谷类作物常常表现为高矮不一，成熟早晚不齐，穗型变小，结实率降低，抗病抗倒能力下降，棉花表现株型松散，棉铃变小，衣分降低，绒长变短，绿籽增多，病害加重等。特别是玉米自交系的退化，严重时形态特征、生物学特性、配合力可完全失去原有的特点。品种混杂退化的原因有：①机械混杂。是指在收获、脱粒、干燥、播种前种子处理（浸种、拌种）、播种等过程中，由于人为的疏忽而混入其它品种的种子，或轮作制度不合理，田间遗留有前作品种，都会长成自生苗而造成混杂。②生物学混杂。是指在良种繁育过程中由于未进行适当隔离，使邻近田块的异品种花粉与本品种天然杂交，导致种性发生变化，失去典型性，这在异花授粉作物中较为普遍。③自然蜕变和突变。良种群体中的个体间本来存在着微小差异，经多代繁殖后，由于自然选择和变异的积累会使良种的某些性状发生蜕变，逐渐偏离了原有的典型性。自发的突变则更易产生不典型个体。④不正确的选择。由于选择留种不当，也会造成品种退化。例如胜利百号甘薯品种原是短蔓型的，但在剪蔓留种过程中为了方便往往选长蔓剪留扦插，人为地促进了自然蜕变过程，致使胜利百号逐渐变成长蔓型，丧失了原有短蔓的优良特性。

防杂保纯工作要在品种推广前进行。从新品种原原种、原种繁育开始，世世代代进行。从种子准备到收获贮藏的全过程中，均应严格按照良种繁育技术规程的要求进行，在每个环节上杜绝混杂。繁殖种子的田块，不宜选用种过同一作物其它品种的连作地，及时拔除自生苗。在苗期、抽穗期以至成熟前，严格进行去劣，收获脱粒时做到单收、单运、单垛、单打、单晒、单藏。各种机具和种子处理用具，如播种机、收获机、车辆、盛装种子的器具、麻袋等，在使用前后，必须彻底清理，种子袋内外要标以标签。贮藏要有专用仓库，有专人负责保管和发放种子。

异花授粉作物和常异交作物，特别要防止天然杂交，在繁殖和制种过程中，除防止机械混杂外，要严格做好田间空间隔离和时间隔离等工作。空间隔离应保证不致发生外来花粉授粉的距离。如玉米杂交制种或亲本繁殖，一般应相距300～500米的隔离区。也可利用天然屏障和高秆作物隔离。时间隔离则通过播种使各种开花授粉时间错开达到相隔在半月至一个月以上，防止虫媒或风媒传粉。

（曾观惠　陈　哲）

非参数测验（nonparametric test） 对变量总体的分布无须作任何假定，也不涉及总体参数的一种假设测验。一般统计假设测验，都必须假定样本所属的总体为某一特定分布，如正态分布、二项分布等。但研究工作者有时对某些研究对象的总体分布不了解，因此必须发展一种勿须作特定分布假定，从而也不考虑其参数的非参数测验法。非参数测验的效率一般低于参数测验，只在不适宜用参数测验时才使用。常用的非参数测验有符号测验与秩和测验。**χ^2测验**也常用于非参数测验。此外还有等级相关系数等一些其他方法。

符号测验　根据配对样本差异的正负号数目所作的假设测验。例如，比较配对样本时，若无效假设H_0：两个样本所属总体无本质差异，则n个差数应有一半为正号，一半为负号。试验结果与应得结果是否适合，可用χ^2测验，也可直接查符号测验表。凡是较少符号个数等于或少于符号测验表所列的α水平值时，就可在α显著水平上否定H_0。

秩和测验　利用秩和（即位次或等级的总和）分布对两个样本所作的假设测验。又称等级和测验，最先由F．威尔科克逊（Wilcoxon）于1945年最先提出。对两个独立随机样本的各观测值先标上其所属样本，然后从小到大混合编排位次或等级，再求两样本各自的秩和。在$n_1=n_2$时，以较小秩和T为判据，与威尔科克逊秩和测验临界值表中的T_α值相比，如$T\leqslant T_\alpha$就可在α显著水平上否定H_0而接受H_A。在$n_1\neq n_2$时，以容量较小（例如n_1）的样本先求秩和T_1，再计算T_2：

$$T_2=n_1(n_1+n_2+1)-T_1$$

取T_1、T_2中数值较小者为T，与表列T_α值相比即可得出结论。如果n_1、n_2容量较大，秩和测验临界值表不够用，可采用正态近似法测验：

$$u=\left(T-\mu_T+\frac{1}{2}\right)\Big/\sigma_T$$

式中　$\mu_T=n_1(n_1+n_2+1)/2$；$\sigma_T=\sqrt{n_2\mu_T/6}$

对于配对样本，则先把成对观测值的差数按绝对值从小到大编排秩次，再在秩次上添上原差数的正负号，然后计算正号秩和与负号秩和，最后将较小秩和

T与符号秩和测验临界值表中T_α值相比，如$T\leqslant T_\alpha$就可在α显著水平上否定H_0而接受H_A。当成对样本的$n>16$时，可用正态近似法测验：

$$u=\left(T-\mu_T+\frac{1}{2}\right)\Big/\sigma_T$$

式中 $\mu_T=n(n+1)/4$，$\sigma_T=\sqrt{(2n+1)\mu_T/6}$。

（范 濂）

非线性回归 (nonlinear or curvilinear regression) 处理依变数y随自变数x的改变而呈非线性改变的资料的统计方法。又称曲线回归。由于y可随x的改变而呈各种不同形式的非线性改变，故回归方程的形式也是多种多样的。但基本模式可大体分类如下：

倒数的非线性回归方程 这类方程一般可将变量作倒数变换而改为线性，从而可应用线性回归的程序进行分析。主要有：

① $$\hat{y}=\frac{a+bx}{x}$$

该方程可改写成：

$$\hat{y}=a\frac{1}{x}+b$$

因而，令$x'=\frac{1}{x}$，则y和x'的关系就成为线性。

② $$\hat{y}=\frac{1}{a+bx}$$

该方程可改写成：

$$\frac{1}{\hat{y}}=a+bx$$

令$y'=\frac{1}{y}$，y'和x的关系就成为线性。

③ $$\hat{y}=\frac{x}{a+bx}$$

该方程可改写成：

$$\frac{1}{\hat{y}}=a\cdot\frac{1}{x}+b$$

令$y'=\frac{1}{y}$，$x'=\frac{1}{x}$，y'和x'的关系就成为线性。

上述y依x方程的轨迹属于双曲线或变形双曲线系统，在农作物试验研究上应用甚多。选用这类方程时，需特别注意$\frac{1}{x}$或/和$\frac{1}{y}$应是在有关专业中有意义的量。

指数的和幂函数的非线性回归方程 这类方程一般可对变量作对数转换而改为线性，从而适用**线性回归分析**程序。主要有：

① $$\hat{y}=ae^{bx}$$

这是一个指数方程，可改写成：

$$ln\hat{y}=lna+bx$$

因而令$y'=lny$，y'和x的关系就成为线性。本方程在有关生长问题的研究中经常应用，并常写成：

$$\hat{y}=a(b_1)^x$$

式中$b_1=e^b$。当$b_1>1$时生长属增殖型，$b_1<1$时生长属消退型。

② $$\hat{y}=ax^b$$

这是一个幂函数方程，可改写成：

$$lg\hat{y}=lga+blgx$$

令$y'=lgy$，$x'=lgx$，y'和x'的关系就成为线性。选用这类方程时，需注意x和y的变量中不含有0值。

多项式回归方程 k次多项式方程的一般形式为：

$$\hat{y}=a+b_1x+b_2x^2+\cdots\cdots+b_kx^k$$

当$k=1$时为线性回归方程；若$k\geqslant 2$，就统称为多项式回归方程。这个方程的最大优点是可对任何y依x的数量资料进行回归逼近，直至有满意的描述为止。但方程中包含的项数愈多(即k愈大)，则计算愈麻烦，解释亦愈困难。一个具体资料配合多项式回归方程的适宜项数(即k应取何值)要通过统计假设测验确定，其方法可参见**多元线性回归**(将这里的x，x^2，…，x^k看作是多元线性回归中的x_1，x_2，…，x_m即可)。比较常用的有二次多项式$\hat{y}=a+b_1x+b_2x^2$和三次多项式$\hat{y}=a+b_1x+b_2x^2+b_3x^3$。

①$\hat{y}=a+b_1x+b_2x^2$ 该方程的轨迹为凹向上($b_2>0$时)或凸向上($b_2<0$时)，没有由凹变凸或由凸变凹的变化；同时，在$x=-b_1/2b_2$上可有一极值。该极值在$b_1>0$、$b_2<0$时为极大值，在$b_1<0$、$b_2>0$时为极小值。

②$\hat{y}=a+b_1x+b_2x^2+b_3x^3$ 该方程在$x=-b_2/3b_3$上有一拐点，即曲线在该点上可产生一个由凹变凸或由凸变凹的变化，且在

$$x=\frac{-b_2\pm\sqrt{b^2-3b_1b_3}}{3b_3}$$

上各有一个极值。

此后多项式每增加一项，即增加一个拐点。例如五次多项式$\hat{y}=a+b_1x+b_2x^2+b_3x^3+b_4x^4+b_5x^5$ 有三个拐点，即曲线在三处发生由凹变凸或由凸变凹的变化。所以，多项式的次数k愈大，曲线的起伏与凹凸变化也愈大。

前述1倒数、指数、幂函数之间变量转换方法亦适用于多项式：

方程 $$\hat{y}=\frac{1}{a+b_1x+b_2x^2}$$

可写成$\frac{1}{\hat{y}}=a+b_1x+b_2x^2$。因而令$y'=\frac{1}{y}$，$y'$就成为$x$的二次式函数。

方程 $$\hat{y}=ae^{b_1x+b_2x^2+b_3x^3}$$

可写成$ln\hat{y}=lna+b_1x+b_2x^2+b_3x^3$，令$y'=lny$，$y'$就成为$x$的三次式函数，……等。

（莫惠栋）

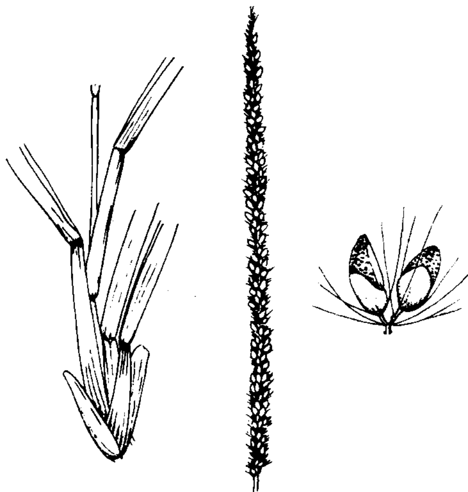
非整倍体 (aneuploid) 在一个物种正常染色体数的基础上增加或减少一条或几条**染色体**的个体。

自然界中每个物种**染色体数目**是相对稳定的。如普通小麦的体细胞有21对染色体、玉米有10对、水稻有12对、大麦有7对。染色体数目的稳定性保持了物种的遗传稳定性，提供了该物种生长、发育所需的全部遗传信息，如一旦缺失一条或几条，甚至片段的染色体，常引起生物体生理上的失调以致死亡。但另一方面还可以通过染色体数目的变化引起物种的遗传性变异，以获得新品种或物种。

染色体数目的变化有整倍性变异和非整倍性变异。前者指某个体增加或减少的染色体数目是它的染色体组的整倍数，如单倍体、三倍体等的变异。非整倍性变异则指增加或减少的染色体数目为该染色体组的非整倍数，如在小麦根尖细胞中发现多一条染色体，使为**三体**，即$2n+1$；如减少一条染色体则成为单体$2n-1$；减少一对染色体为缺体$2n-2$；增加两条同源染色体为四体$2n+2$，还有$2n+1+1$的类型，称为双三体。

（吴兰佩）

非洲狗尾草 (setaria grass) 禾本科狗尾草属的一个种，学名*Setaria anceps* Stapf ex Massey；多年生牧草。原产于热带非洲海拔 600～2 600 米的地区，直至亚热带南非。菲律宾、巴布亚新几内亚、印度、美国、澳大利亚等已引进栽培。在澳大利亚昆士兰和新南威尔士州，已成为重要牧草，有 3 个栽培种，即卡松古拉（Kazungula）、纳罗克（Narok）和南迪（Nandi）。1974年从澳大利亚引入中国广西、广东、江西等地试种，生长良好。根系发达。茎粗直立，疏丛型，高1～2米。叶长40厘米，宽8～20毫米，光滑，蓝绿色或绿紫色。圆锥花序密集呈圆柱状，长10～35厘米。小穗长2.5～3毫米（见图）。种子小，每千克100万～150万粒。喜温热湿润气候。适于年平均温度19～22℃，最低月平均5～12℃，年降雨量890毫米以上的地区种植。较耐寒，零下 9 ℃，越冬率仍有23～91%，春季返青早。耐酸、耐旱，亦稍耐水渍。施氮肥可提高产量和粗蛋白质含量。一般用种子繁殖。春播 行距30～50 厘米条播，每公顷播种 7.5～15 千克或纯发芽种子1.2千克。适与大翼豆、绿叶山蚂蝗、威地大豆、笔花豆等豆科牧草混播，构成优质的人工草地。每公顷年产干物质7.5～22.5吨。干物质含粗蛋白质4.8～18.4%，粗纤维24.0～34.4%。草质柔软，适口性好，适于放牧、青饲，亦可晒制干草。


非洲狗尾草

（蒋侯明）

非洲棉 见草棉。

肥田萝卜 (radish) 十字花科萝卜属的一个种，学名*Raphanus sativus* L.一年生或越年生草本植物。又名满园花、茹菜。绿肥作物，也可作饲料。中国主要分布在长江以南各省，江西、湖南、湖北栽培较多，北方也有种植。

根肥厚多肉质；株高60～100厘米，直立生长；叶大而光滑或具尖毛，长圆披针形，叶缘有缺刻或锯齿，具有较长的叶柄；花四瓣十字形，总状花序排列十几朵花，白色或带青莲紫色，角果长柱形，先端尖锐，不开裂，含种子1～6粒（见图）。



肥田萝卜

早中熟品种的植株比较矮，叶也小，但下部分枝多，根为直根系；晚熟品种的植株高，叶较宽大，但下部分枝少，根部膨大。耐旱性较强，所以在旱地、山坡、丘陵地区均能良好生长。在排水良好的水稻田，生长更为茂盛。耐酸性强，在pH5左右的土壤上能够生长，并耐瘠薄，对土壤中难溶的磷酸盐有较好的吸取能力。鲜草含N 0.31%，$P_2O_5$0.18%，K_2O0.26%。由于它生长期短，再生力弱，所以不耐刈割。长江流域宜在10月份播种，收获种子的方法，与一般萝卜和油菜相似。作绿肥利用时，在初荚期耕翻。（杨运生）

分蘖 (tillering) 禾本科作物在地下或近地面

的茎节上所产生的分枝。

根据分蘖发生的形式，可分为三种类型。①密蘖型：地下或近地面茎的节间极短，每节上发生的分蘖间距甚近，呈密集状态。②疏蘖型：地下茎的节间伸长，每节上生出分蘖的间距较远，分蘖呈疏散状态。③合轴分枝型：地下茎为假轴生长，发生的分蘖以合轴分枝的形式进行，如具有地下茎的多年生禾本科作物。

禾谷类作物多属于密蘖型，如小麦、水稻等。其分蘖发生于地下密集的节上，农学上称为“分蘖节”。分蘖节并非一个节，而是一个密集的节群。节数因作物品种类型而异。冬性类型作物的节数多，春性类型作物的节数少，同一类型中，早播种的比晚播种的要多。每个节上生有叶片、分蘖芽和不定根。分蘖节对秋播麦类幼苗顺利越冬，有着重要作用。

分蘖节上发生分蘖的顺序是自下而上逐个进行。由主茎上直接发生的分蘖叫一级分蘖，从一级分蘖上发生的分蘖叫二级分蘖。在环境适宜的条件下，可达5～6级分蘖。每个节上的分蘖能否按时发生，视当时条件而定。干旱、低温或土壤通气不良，均可抑制分蘖的发生，若以后条件得到改善，其上位分蘖可以继续发生，而被抑制的分蘖则不再发生，称为分蘖的“缺位”现象。

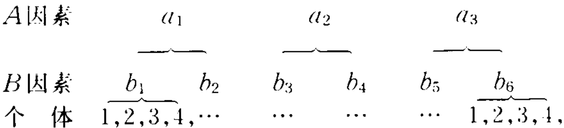
禾谷类作物出苗后，长出3～5片叶时，开始发生分蘖，随着生育的进展，分蘖数愈来愈多，约在拔节期达到顶峰。此后，因受生育时期和营养物质分配的限制，导致小分蘖逐个衰亡，大分蘖迅速生长，即发生分蘖的两极分化的现象。凡能够抽穗结实的分蘖称为“有效分蘖”，凡不能抽穗或抽穗后不能完全成熟的分蘖称为“无效分蘖”。

一个单株产生分蘖多少的能力称为“分蘖力”。而分蘖中的有效分蘖所占的比率称为“分蘖成穗率”。分蘖力是作物品种的遗传特性之一，冬性品种的分蘖力较强，春性品种较弱。但也受环境条件和栽培措施影响，同一冬性品种，在冬前早播者分蘖多，晚播者分蘖少，栽培条件不良如缺水、播种过深、单株营养面积过小，肥料不足都有可能使分蘖减少。稀播、培肥地力及前期施用水肥等都是提高分蘖成穗率的途径。

（王树安）

分支式试验设计 (hierachical design)

分级安排试验因素，使各因素的水平不相交叉的试验设计。又称巢式设计(nested design)。其特点是一级因素的各个处理内分别套着下一级因素在形式上相似、而内容不同的一套处理。例如，在完全随机设计中，若第一个因素的各个处理（水平）内又排入第二个因素，而第二个因素的水平又随第一个因素的各个水平而异，就成为二级分支式设计。这种分级可以进行多次，成为多级分支式设计。这种设计用于抽样过程，则称为多级抽样设计。分支式设计中一级因素的效应可以是随机的，也可以是固定的。但以下各级因素则多为随机效应。例如，A因素三个处理(a_1、a_2、a_3)，每个处理分别与B因素的两个处理构成不同的处理组合，每个处理组合内包含4个试验单位(个体)的分支式设计，可图示如下：



个　体　1,2,3,4,…　…　…　…　1,2,3,4,

从上图可以看出，分支式试验设计中A、B两级因素的水平互不交叉，所以无法估计因素间的互作。假如A因素有a个处理，每个处理内套着B因素的b个处理，每个处理组合内包含r个个体，那么，在A因素处理i内B因素处理j的第k个个体观测值x_{ijk}的线性数学模型可表达为：

$$x_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_{(i)}j+\varepsilon_{(ij)k}$$

式中　μ是总体平均数，α_i是A因素效应，$\beta_{(i)j}$是B因素效应，$\varepsilon_{(ij)k}$是与个体相应的随机误差。其中$i=1,2,\cdots\cdots a$，$j=1,2,\cdots\cdots b$，$k=1,2,\cdots\cdots r$。根据上述模型其方差分析表如下：

变异来源	自由度	平　方　和	期望均方
因素A	$a-1$	$ss_A=br\sum_i(x_a-x)^2$	$\sigma^2+r\sigma^2_b+br\sigma^2_a$
A内因素B	$a(b-1)$	$ss_{B\cdot A}=r\sum_i\sum_j(x_b-x_a)^2$	$\sigma^2+r\sigma_b^2$
B内个体	$ab(r-1)$	$ss_E=ss_T-ss_A-ss_{B\cdot A}$	σ^2
总　和	$abr-1$	$ss_T=\sum_i\sum_j\sum_k(x_{ijk}-x)^2$	

表中σ^2是个体间(误差)的方差分量，σ^2_b是因素B的方差分量，σ^2_a是因素A的方差分量。由于B因素的不同处理内包含不同的个体，所以因素B的变异包含个体间变异。同时，A因素不同处理内包含B因素的不同处理，所以因素A的变异既包含因素B处理间的变异，也包含个体间变异。有些情况下，因素A是主要研究对象，可将其中所套着的因素B看作是随机抽取的不同亚组。同理，可把B内的个体间差异作为抽样误差，而把同一A处理内B因素处理间的差异作为试验误差。

分支式试验设计不仅可应用于农业、医学及生物学研究的实验室、温室试验和田间试验，其原则还能应用于动植物遗传育种研究的交配方案设计，以及农业、生物学的抽样研究。这种试验设计一般着重在第一个因素的主效应分析和各级因素的变异分析，对于探明因素间互作的研究是不适用的。

（郭平仲）

粉质玉米

见玉米类型。

风蚀地栽培 (culture of wind eroded land)

表土遭受风沙侵袭的耕地上所采取的作物栽培技术。风蚀地常见的危害：①风沙击伤幼苗，使生长停顿以致干枯；②种子和幼根裸露或随土被吹掉，造成减产或失收；③土质变粗，肥力减退，难以继续耕种；④土壤沙化或被沙子湮没，最终形成不固定的沙丘。

风蚀地主要分布在干旱和半干旱地区，北非、东南亚、澳大利亚、南美和苏联都有较大的面积。中国北方风沙区，包括新疆、青海、内蒙古、宁夏等省（自治区）、陕西、甘肃省的北部，辽宁、吉林和黑龙江省的西部，也有不少风蚀地。在湿润和半湿润地区，如中国黄淮海平原的河流故道泛区，江汉平原的河滩地区也有分布。风蚀不仅发生在旱作农田上，水浇地、沙漠绿洲、沙漠边缘和河流两岸，在植被稀疏和干旱大风季节里也常出现。因此，改进风蚀地栽培技术对保护土壤资源和稳定发展种植业具有重要的意义。

土壤耕作　尽量保留前作根茬，以保护土壤和幼苗。中国采用"立茬过冬"（美国、澳大利亚等叫"根茬覆盖"），将前作根茬保留到翌年播种前，或在下季作物基本上覆盖地面时再行耕作。有的不进行播前耕作，在根茬的行间直接条播或开穴点播（俗称"板茬播种"），这种做法不利于作物生长，易使杂草、病虫蔓延。比较合理的做法是：①只进行深松耕，划破地表以下的土层而不翻转或搅动土壤，既能松土灭草，又可保持作物根茬和表层土块。②钻孔点播或使用深沟条播机条播，将种子播在沟内湿土里，同时向两边起垄，使地表形成粗糙面。也可使用耕耘条播机同时完成耕地和播种，并把根茬推向行间形成垄顶以提高抗侵蚀能力；③使用化学除草剂或平翼型除草机浅层中耕除草，并保留杂草残体使地面高低不平，从而削弱近地面的风力，控制表土移动。④实行免耕法或尽量减少耕作次数，保持地面板结和保存土块，既能抗旱保墒，又能减轻风蚀。风蚀地的耕作方向应与主风向垂直，必要时可在冬春多风期间隔一定距离开沟起垄，以便挡风积沙。

栽培管理　①选用耐风蚀的作物和品种。幼苗耐寒、耐旱的糜、黍、荞麦等小粒作物和小麦等作物，植株长起来后能充分覆盖地面。一般单子叶作物，生长点包在叶内，分蘖力强，叶片较小而强韧，有较强的耐风蚀和生存能力。生长期短的作物和早熟品种，苗期长势强，对风蚀条件也有较好的适应性。②避免在干旱大风季节整地播种，要根据作物的生物学特性，耐风蚀强弱和当地风蚀情况合理安排播种期，尽量避开大风季节。③采用条播法，播后镇压。条播的方向应垂直于主风向，播后顺利镇压，保留播种沟。麦类等窄行作物可交叉播种，以增加地面覆盖度。采用沟垄种植时，横对主风向开沟起垄，将种子播于沟内，或用两种作物沟垄间作套种，可以防蚀保苗。④加大播种量和播种深度，尤其需要提高播种质量，加强苗期管理，以保证苗全苗壮，促进幼苗生长，尽快覆盖地面，增强抗风蚀能力。⑤推迟间苗、定苗时间，减少并推迟中耕除草，以保持地面结实状态。⑥有灌溉条件的地块应在大风前及时灌水，减轻风蚀为害，并及时抢救受害幼苗。

此外，营造防护林带和采用正确的耕作、轮作制度，是防治农田风蚀为害的根本措施。

参考书目

中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所沙漠研究室编著：《农田沙害的治理》，科学出版社，北京，1977。

江渊编：《风沙土的改良》，农业出版社，北京，1980。

（王启华）

冯吉西杜姆小麦　见提莫菲维小麦

冯泽芳（1899～1959）

棉花遗传育种学家，1899年2月20日出生于浙江义乌县。1925年毕业于东南大学农科，1933年获得美国康奈尔大学哲学博士学位。历任江苏省立南通棉作试验场场长、中央棉产改进所副所长、中央农业实验所技正兼棉作系主任、中央大学教授兼农学院院长、农林部棉产改进处副处长等职。1949年后，任南京大学和南京农学院教授、中国科学院生物学部委员、中国农业科学院学术委员会委员、棉花研究所研究员兼所长，毕生致力于棉花科研和农业教育工作。



他的科研工作以棉花遗传育种为主，对中棉（亚洲棉）的型态、分类和遗传进行了较系统地研究，1935年曾在美国《植物学报》(Botanical Gazette)上发表了"亚洲棉与陆地棉杂种的遗传学和细胞学研究"。他重视生产实践，在30～40年代主持全国中、美棉品种区域试验，开展西南七省棉花区域试验和云南省木棉的考察研究，并根据本人及有关的研究结果，积极提倡在黄河流域棉区种植斯字棉，在长江流域棉区种植德字棉，以及在云南推广木棉，对提高中国棉花产量和品质都起了积极的作用。他最早从事植棉区划及棉工业区域的系统研究，针对当时棉纺工业多集中在沿海城市的不合理现象，提出应合理分布于内地棉区以适应原料的取给。他提出的中国分五大棉区的意见，至今仍为科技界所沿用。他还为农业特别是棉花专业培养了大批人才，其中有些已成为科研或教育部门的专家和骨干。

主要论文已汇编成《冯泽芳先生棉业论文选集》，还著有《中等棉作学》、《合于中国栽种的洋棉》、《合于

中国栽种的细绒棉》、《中国的棉花》，与潘家驹合译《棉花遗传选种文献摘要》。（邓煜生）

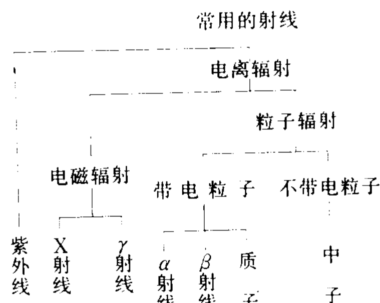
佛手瓜 (chayote)　胡芦科佛手瓜属的一个种，学名 *Sechium edule*(Jacq.) Swartz.。又名阳茄子、土耳其瓜、棒瓜。多年生藤本作物。作蔬菜食用，也可作饲料。原产热带美洲。1916年由缅甸引入中国云南，后传入贵州、广西、广东等南方各地。根块状。蔓攀缘，长10～13米，蔓节有粗壮卷须，分3～5叉。叶柄长5～15厘米，叶片膜质掌状线裂，长宽约10～20厘米，叶基弯缺较深。雌雄同株，总状花序。雄花10～30朵；雌花单生或双生。果实肉质，长10～20厘米，表面有浅纵沟，绿色或淡白色；具种子1枚，长达10厘米，宽7厘米，卵形。喜温暖潮湿气候。气温在15℃以上种子开始萌发，生长适温为22～32℃，15℃以下生长减弱，10℃果实仍能长大，叶蔓经霜枯萎。根际培土盖草，地下部可安全越冬。要求排水良好、湿润肥沃的砂质壤土或壤土。对光照不甚敏感，短期荫蔽对生长影响不大。适于冬季无霜雪或迟至12月上旬始有初霜，春季晚霜较早停止的地区栽植。一般用果实繁殖。留种用果实不宜过熟，应在开花后40～50天，种子尚未外露时，采收贮藏，用干草与果实分层堆放，保持10～12℃，避免受冻或发芽。通常先育苗，3月至4月移植于大田。植距6×6米，搭有棚架时，株行距5×7米。谢花后15～20天，果重约0.3千克即可采收。每株结果200～300个，每公顷年产15～22.5吨。果含水分92.9%，干物质含粗蛋白质11.3%、粗脂肪8.5%，粗纤维4.2%，无氮浸出物71.8%。果和块根供作蔬菜和饲料；茎叶作青饲和青贮。（蒋侯明）

辐射育种 (radiation breeding)　利用X射线、γ射线、中子、β射线等具有辐射能的物理射线，诱导植物遗传性发生变异，从变异群体中选择农艺性状优异的个体，进而育成新品种或获得新种质资源的育种方法。是物理**诱变育种**的主要方法。

特点　辐射育种是用物理射线照射作物种子、植株体及其器官组织和离体培养物，以诱发基因发生突变。其作用：①提高突变频率，扩大突变谱。辐射诱发的突变频率比自然界自发突变频率高几百倍，甚至上千倍，能够创造植物新类型、新特性，例如获得大幅度缩短生育期、矮化株型、抗病虫、抗逆、育性改变的突变体等。丰富了植物基因库。②打破基因连锁，促进遗传基因重新组合。辐射处理可使植物染色体发生断裂，将控制优、劣性状的连锁基因拆开，通过染色体交换，实现基因重组，获得新性状。③有效地改良植物品种的某些单一不良性状。诱发产生的突变多为隐性，经自交获得纯合突变体，有利于选择，并缩短育种年限。④克服杂交不亲和性，促成**远缘杂交**，解决育种上的某些特殊问题。例如，日本放射线育种场，利用^{60}钴γ射线由慢照射 (chronic irradiation) 番茄幼蕾期植株，使低产、抗病的野生种番茄 (L. peruvianum) 与丰产、不抗病的栽培种杂交成功，杂种再经与栽培品种回交，选择，育成了既抗病又丰产的新品种。

射线种类　用作外照射的射线有γ射线、X射线、中子、紫外线等；用作内照射的有β射线、α射线等。

常用的射线



γ射线　是一种波长为10^{-11}～10^{-8}厘米的电磁辐射，能量很高，达几百万电子伏，对生物组织有很强的穿透力，　通过与物质的相互作用传递能量。^{60}钴和^{137}铯是目前应用最多的γ射线源。育种上常用γ射线辐照室、γ圃、γ温室（或种植房）、γ人工气候箱及其他辐照装置进行辐射处理。

X射线　是一种波长为10^{-10}～10^{-5}厘米的电磁辐射，由X光机产生。穿透力较强，在照射物质中引起电离。辐照时峰值电压(KVP)、毫安(mA)，滤片类型及厚度，管与靶的距离，半值层（HVL，即使一束辐射减弱一半所需的吸收体厚度）均能影响照射效果。

中子　是不带电的粒子，按其能量大小分热中子、慢中子、中能中子、快中子和超快中子。可从放射性同位素、加速器和反应堆获得。育种应用较多的是热中子和快中子。

紫外线　是一种能量较低的电磁辐射，波长为2 000～3 900埃（A）（1A＝10^{-10}米），育种上应用的波长范围为2 500～2 900埃。穿透力不强，以低压石英水银灯发出的紫外线进行辐照处理。

β射线　是一种带电粒子，质量很小，运动时速度大，穿透力弱，在生物组织中仅几毫米。可以由加速器产生，也可以从放射性同位素衰变中产生。育种上主要用具β射线的放射性同位素^{32}磷、^{35}硫等溶液进行处理。

α射线　是带正电荷的电子束，也就是氦核，由放射性同位素在衰变中产生。有很高的质量和电荷量。电离力强，穿透力弱。

此外，电子束、质子、负π介子、高频电流、激光等为新的诱变因素，目前育种上应用尚少。

辐射诱变机理　物理诱变因素对生物的作用是一

系列复杂的连续过程，对其产生遗传变异的机理，还不十分清楚。现在知道，电离辐射作用于生物体的全过程大致可分为四个阶段。首先是能量辐射到生物体内，使体内各种分子发生电离和激发的物理阶段。接着进行一次或一系列复杂的反应，产生化学性质很活跃的自由原子或自由基的物理化学阶段。在这一过程中，水分子产生的离子所起的复杂反应有着重要的作用。形成的自由原子或自由基继续相互反应，并与其周围的物质特别是生物大分子核酸和蛋白质起反应，引起它们在分子结构上的变化，为生物化学阶段。第四是生物阶段。由于重要分子结构的变化，细胞内发生诸如DNA合成的中止，各种酶活性变化等生化过程改变，使细胞内各部分的结构发生深刻变化。其中重要的是染色体损伤。由于染色体断裂和重新联接，产生染色体结构变异（包括易位、倒位、缺失和重复等）和染色体数目或倍数性的变异，即染色体突变。而DNA分子结构中碱基的变化，则造成基因突变。那些产生突变的细胞，经过细胞世代将遗传物质的变异传至性细胞或无性繁殖器官，从而产生生物体的遗传变异。

辐照材料与射照剂量　辐照材料的选择是辐射诱变育种的重要环节。根据育种目标和辐射诱变育种的特点，一般选用综合性状优良的品种、品系或杂种材料进行辐照。不同作物的种类及品种对辐射的敏感性不同。十字花科的白菜辐射敏感性小于禾本科的水稻、大麦，而水稻、大麦又小于豆科的大豆。植物的倍数性、发育阶段、生理状态，以及不同的器官和组织等，辐射敏感性亦异。如二倍体植物比多倍体植物敏感，大粒种子比小粒种子敏感，幼龄植物比老龄植物敏感，萌动种子比休眠种子敏感，性细胞比体细胞敏感等等。

根据射线种类的特点和植物辐射敏感性，选用适宜的辐照剂量是辐射育种成败的关键。适宜辐照诱变剂量是指能够有效地诱发植物诱变的剂量。一般用半致死剂量(LD_{50})或半致矮剂量(D_{50})来表示，不同的射线采用不同的剂量单位。X、γ射线以吸收剂量拉得(rad)或戈瑞(GY)表示，中子用注量表示。照射量用伦琴(R)表示。辐照时还要注意照射量率（即单位时间的照射剂量）及辐照时的外界条件（温度、湿度、氧气等）。辐射育种常用的γ射线对几种作物适宜诱变辐照量参考下表：

作　　物	处　理　材　料	适宜照射量范围（千伦琴）
水稻	干种子（粳稻） 干种子（籼稻）	20～40 25～45
小麦	干种子	20～30
棉花（陆地棉）	干种子	15～25
玉米	干种子（品种及杂交种） 干种子（自交系）	20～35 15～25
大豆	干种子	15～25
高粱	干种子（杂交种） 干种子（品种）	20～30 15～25
大麦	干种子	25～30
油菜	干种子	100左右
甘薯	块根	10～30
大白菜	干种子	40～80
马铃薯	块茎	3～4
萝卜	干种子	80～100
豌豆	干种子	15～25
烟草	干种子	100左右
苹果	休眠枝芽	4～5
柑桔类	接穗	5～7

辐照方法　分外照射和内照射两种。外照射是指被照射的植物接受来自外部的γ射线、X射线、中子等辐照源辐照。外照射又分急性照射和慢性照射。这种方法简便安全，可大量辐照植物种子、植株、局部器官和组织等，在辐射育种上应用比较普遍。内照射是指放射性物质如^{32}磷、^{35}硫、^{65}锌、^{50}铁、^{3}氚、^{14}碳、^{131}碘等溶液引入植物体内进行辐照。内照射容易造成污染，需要一定的保护条件。而且被吸收的剂量不易精确测定。

辐射后代选择　经过辐射处理的后代辐射一代，以M_1表示。由于射线的作用，M_1植株生长发育受到抑制和损伤，常出现发芽率、出苗率、成株率降低，发育延迟，植株矮化或畸形等现象，有时出现嵌合体，使结实率下降。但这些变化一般又能遗传给后代。辐射引起的变异多数为隐性。因此M_1一般又进行选择，而以单穗（或单铃等）、单株或以处理为单位收获。辐射二代(M_2)，各种变异大多在这一世代显现，是辐射后代变异最大的世代，由辐射诱发的变异，多数是对人类不利的，但也能出现生育期短、秆矮、株型优良、抗病、抗虫、抗逆、品质优良等有益变异。其变异频率为0.1～0.2%。可以根据育种目标及变异性状的遗传特点，来选择优良单株。M_2是选择的关键世代。辐射三代(M_3)以后，随着世代的推移，性状分离减少。有些性状一经获得即可迅速稳定。经过几个世代的选育就能得到稳定的优良突变系。再经过品系鉴定，产量比较，区域试验，繁殖种子和生产试种等一系列育种程序，育成新品种。具有某些优良性状的突变系，还可用作杂交亲本间利用。

参考书目

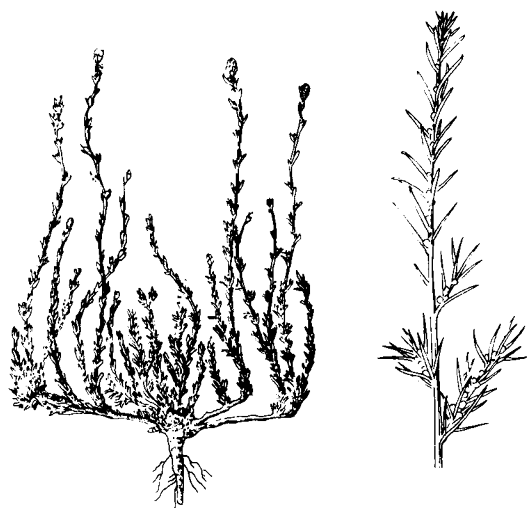
杜若甫：《作物辐射遗传育种》，科学出版社，北京，1981。

Manual on Mutation Breeding, Second edition Jaint FAO/IAEA, Vienna, 1977.

（王琳清）

伏地肤 (prostrate sunimereypress) 藜科地肤属的一个种，学名Kochia prostrata(L.) Schrad.。多年生小灌木。又名木地肤。饲用作物。中国主要分布在新疆、内蒙古等干旱地区和荒漠草原。地中海南岸及南欧各国，伊朗、苏联西伯利亚也有分布。

根粗壮、木质；茎直立，多分枝，高10～60厘米，基部木质化；茎浅红色或黄褐色；单叶互生，无柄，条形，密被柔毛；花单生或2～3朵集生于叶腋，或于枝端构成稀疏穗状花序，花被在结果时常具翅状突起，很少呈瘤状；胞果扁球形，紫褐色。种子横生，卵形或近圆形，千粒重1克左右（见图）。耐旱、耐寒、耐盐



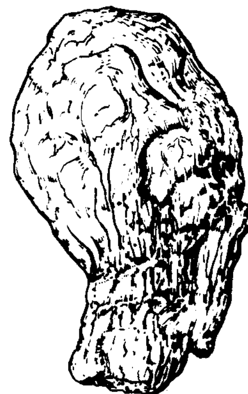
伏 地 肤

碱、耐瘠薄、再生性强，但不耐湿。种子易落粒，寿命仅数月。春播、夏播或冬季寄籽播种均可。播深1～2厘米，每公顷播种量22～30千克，行距45～60厘米。茎叶具有较高的营养价值，干物质中含粗蛋白质16.85%，粗脂肪2.18%，粗纤维17.26%，无氮浸出物48.38%，灰分15.33%。生长期长，全年均能利用。可放牧、调制干草或青贮。羊和骆驼喜食，马、牛亦采食，是干草原、荒漠草原和荒漠地区栽培和用以改良草场的良好饲料作物。

（吴渠来）

茯苓 (tuckahoe) 多孔菌科卧孔菌属茯苓种，学名*Poria cocos* (Schw.) Wolf，一年生或多年生真菌。古名茯灵、伏兔。别名松薯、松苓、松柏芋等。以菌核入药。中国除西北及东北地区外，其他各地均有分布，已有400多年栽培历史，主产云南、湖北、安徽、河南、广西、广东、福建等省（自治区）。

菌核为其菌丝组成的休眠体，呈球形、扁球形、卵圆形或不规则块状，表面粗瘤状皱缩，淡灰棕色或棕褐色。鲜时质软，干后变硬。菌核体内靠皮部分淡棕色，内部白色，粉粒状。子实体平伏地产生在菌核表面，形如蜂窝，厚0.3～1厘米。初为白色，后变淡棕色，孢子6～11×3.5微米，长椭圆形或近圆柱形，有一歪尖。



茯 苓

野生茯苓多生长于排水良好、干燥向阳的山地，坡度约15～35度，土层在50厘米以上的微酸性砂壤中松树根附近。菌丝生长适温为22～28℃，能耐0～－4℃短期低温，35℃以上高温则菌丝生长受抑制，甚至死亡。栽培一般采用松树为段木。于秋末冬初选胸径12厘米以上松树，砍倒后顺木将树皮相间纵削，露出木质部，宽约3厘米，待断口停止溢脂时锯成长60厘米左右的段木（茯苓筒），堆码，日晒干燥．按野生茯苓生态条件选择苓场，挖窖，窖的大小视段木的长短和数量而定，苓场四周挖排水沟。

菌种即菌丝引，也叫引子，有肉引和木引之分。肉引即鲜茯苓切片，木引即带茯苓菌丝的木段，现均在发展利用。在无菌条件下取新鲜菌核的内部组织，用马铃薯、葡萄糖、琼脂培养基分离出母种，再用松木片66份，松木屑10份，麸皮21份，石膏粉1份，蔗糖2份，水适量，在25℃条件下培养20～30天，育成木片型的栽培种。一般5月下旬至7月上旬晴天接种，每窖放3～7根段木，粗细搭配，段木间相互靠紧，接种木片菌种10片左右，或肉引150～250克，及时覆10厘米左右砂土，使窖面呈龟背形。9月至10月和翌年3月至4月菌核生长快，地面常出现裂缝，应及时培土填缝。此外还可用树根，或2～3年后即将砍伐的活树接引栽培。虫害主要有白蚁*Odontotermes formosanus*。一般栽种一年后收获。收挖期以外皮黄褐色时为好。晴天挖出，置不通风处分层排放，隔两天翻动一次，使其"发汗"。待体干皮皱，即可切削加工成茯苓皮、茯苓片、茯苓块，放干燥通风处以防虫防霉。

菌核主要含茯苓酸(pachymic acid)、β-茯苓聚糖(β-pachyman)、麦角甾醇(Ergosterol)、胆碱(Choline)、组氨酸(Histidine)、腺嘌呤(Adenine)、卵磷脂(Lecithin)、蛋白质、脂肪等。茯苓聚糖经人工转变制备其衍生物羧甲基茯苓多糖(Carboxymethyl pachymaran)，药理实验：有利尿及较强抑制肉瘤S-180作用。味甘，性平。益脾胃，宁心神，利水渗湿。主

治小便不利，水肿停饮，泄泻淋浊，心悸失眠等症。也可制成多种食疗品。（王淑芳　王克勤）

复合杂交　见杂交方式。

复合种 (composite variety)　由一组不同来源的天然授粉品种经相互杂交后组成的群体。也可以加进由遗传组成不同的综合品种、杂交种以及自交系等相互组配的杂交组合，作为合成复合种的部分亲本。

某些品种间杂交组合，也能表现出相当大的杂种优势。如果选用这些材料来合成新的复合种，复合种的平均产量将高于其亲本的平均产量。因此在合成复合种以前，应当先对天然授粉品种进行选择，淘汰其不良品种。并按双列杂交的方法，把参试品种配成各种可能的组合，放到不同地区进行鉴定，从中选出**配合力**高的一些亲本品种，然后用这些亲本品种来合成需要的复合种。

参与合成复合种的亲本材料，往往具有不同的来源或是带有外来种质。因此，复合种的遗传基础就比较广泛，并有较多的遗传变异，适于作为育种用的基础群体。（程经有）

复相关系数 (multiple correlation coefficient)　三个或三个以上的变数中，一变数与其余m个（$m \geq 2$）变数线性相关程度的统计数。又叫多元相关系数，以$R_{y \cdot 12 \cdots\cdots m}$表示。例如水稻产量（$y$）与每亩穗数（$x_1$）、每穗粒数（$x_2$）以及千粒重（$x_3$）之间的复相关系数可记作$R_{y \cdot 123}$。若将$m$个变数作为自变数，另一变数作为依变数，建立起多元线性回归方程$\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \cdots\cdots + b_mx_m$（参见**多元线性回归**），则依变数$y$与$m$个自变数$x_1$、$x_2 \cdots\cdots x_m$的复相关系数就是$y$与$\hat{y}$的线性相关系数。复相关系数的计算公式为：

$$R_{y \cdot 12 \cdots\cdots m} = \sqrt{\frac{U_{y/12 \cdots\cdots m}}{\sum(y-\bar{y})^2}} = \sqrt{\frac{1 - Q_{y \cdot 12 \cdots\cdots m}}{\sum(y-\bar{y})^2}}$$

式中　$U_{y \cdot 12 \cdots\cdots m}$和$Q_{y/12 \cdots\cdots m}$分别为$m$元回归与离回归平方和，$\sum(y-\bar{y})^2$为$y$的总变异平方和。

在只有x_1、x_2与y三个变数时，复相关系数可直接从线性相关系数计算，公式为：

$$R_{y \cdot 12} = \sqrt{\frac{r_{y1}^2 + r_{y2}^2 - 2r_{12}r_{y1}r_{y2}}{1 - r_{12}^2}}$$

式中　r_{y1}、r_{y2}与r_{12}分别为相应两个变数间的线性相关系数。

复相关系数的性质：①取值区间是[0，1]。②复相关系数愈接近1，变数间的相关程度愈高。③复相关系数大于y与任一x变数的线性相关系数的绝对值，即$R_{y \cdot 12 \cdots\cdots m} > r_{yi}$（$i = 1, 2 \cdots\cdots m$）。

复相关系数的显著性可用F测验：

$$F = \frac{R_{y \cdot 12 \cdots\cdots m}^2 (n - m - 1)}{(1 - R_{y \cdot 12 \cdots\cdots m}^2)^m}$$

此处，F值具$\nu_1 = m$，$\nu_2 = (n - m - 1)$，其中n为样本容量。但也可按自由度$\nu = (n - m - 1)$直接查复相关系数临界值表，进行显著性测验。表内的变数数目是包括y变数在内的所有变数的个数。复相关系数的显著性一定和复回归的显著性一致。

复相关系数的平方值$R_{y \cdot 12 \cdots\cdots m}^2$叫做复决定系数或多元决定系数，其意义与$r^2$相似。

（翟婉萱）

复种 (sequential cropping)　在同一田地上一年内接连种植二季或二季以上作物的**种植方式**。常见的有一年二熟、一年三熟等。如麦—玉米、油菜—稻、绿肥—稻—稻、麦—稻—稻。上茬作物收获后除了直接播种下茬作物以外，还可以采用再生作以及移栽、**套作**等方法达到复种的目的。再生作一般用于水稻，移栽是争取季节的一种有效方法，一般用于水稻、甘薯、油菜、烟草、棉花等作物，谷子、玉米、高粱也有采用。套作是克服季节矛盾的一种特殊复种形式（见**套作**），如麦套玉米、麦套棉等。填闲种植 (catch cropping) 也是复种的一种形式，它是在主作物收获后利用剩余的生长季节种植一茬生长期短的作物，一般为蔬菜、饲料绿肥或粟、糜、绿豆、荞麦等。

耕地利用程度的高低，通常用复种指数来表示，国际上通用的种植指数(cropping index)，其含义与复种指数同。

$$耕地复种指数(\%) = \frac{全年收获作物的总面积}{耕地面积} \times 100\%$$

熟制是复种程度的另一种表示方法，它以年为单位表示种植的次数。例如一年一熟、二年三熟、一年二熟、一年三熟等。

作用　复种是多熟种植（见**多熟种植**）的主要方式之一。主要是时间上的集约化。其主要作用是充分利用生长季节，在耕地少的地区，通过复种扩大种植面积，可以缓和粮食与经济作物、饲料作物等矛盾，提高土地利用率。

历史　复种在世界上出现很早，中国是世界上出现复种的国家之一，埃及、印度复种也有很长的历史。中国在公元1世纪郑玄为《周礼》所作注，就曾谈及谷子、冬麦和大豆的复种，他在"薙氏"注中说："今俗谓麦下为荑下，言芟荑其麦，已种禾豆也"。东汉时期（公元25～220年）张衡在《南都赋》中说："冬稌（麦）夏穱（稻）随时代熟"，说明处于汉水流域的南阳地区当时

已有稻麦两熟。在黄河中下游地区，早在汉代以后就相继出现了麦田二年三熟、稻麦两熟等。魏、晋、南北朝时期，北方有关复种与轮作的记载已较明确。明、清时期，二年三熟已有较大发展；南方在唐宋时期，双季稻已有初步发展，同时还发展了稻麦、稻豆、稻菜等形式，明清以后，稻麦两熟和双季稻已有较大发展。

中国在20世纪50年代单季稻改双季稻，间作稻改连作双季稻；60年代双季稻逐渐向长江流域推进，到70年代，长江中下游与华南地区在稻麦两熟和双季稻基础上扩大了双季稻三熟制；80年代初，南方水田双季稻的早晚稻种植面积将近水稻种植面积的三分之二。主要为冬闲、绿肥—稻—稻，油菜—稻—稻，麦—稻—稻等，其它三分之一以上的种植主要为麦(油菜、蚕豆、绿肥)—单季稻两熟制。其中，长江以南，以双季稻或双季稻三熟制为主，海拔400～600米以上的山区，则麦—稻，油菜(绿肥)—稻两熟，或实行冬闲—季稻。长江以北淮河秦岭以南地区以及西南地区则以麦(油菜)—稻两熟为主。华北平原地区原以一年一熟或二年三熟为主，50年代以后随着水浇地面积的扩大，小麦—玉米，小麦—大豆两熟制面积迅速增加，在华北平原中北部，小麦玉米两熟常采用套作；南部则常在麦后播种大豆、玉米等作物。

类型　中国耕地复种指数，1952年为130.9%，1979年达151%，1985年为148.3%。长江以南多数省份复种指数在200%以上；西南地区以及长江以北，淮河秦岭白龙江以南地区为150～170%；黄淮海地区约150%左右。东北、西北绝大部分地区不能进行复种，但在东北的南部和西北灌区，麦后也可填闲种植生长期短的饲料、绿肥作物或粟糜、马铃薯等。南疆则可一年二熟。

（刘巽浩）

覆盖 (mulching)　利用各种物质覆盖农田土面或水面的一种栽培措施。具有保水、增温、改善土壤理化性能、有利土壤微生物活动、防止土壤盐碱化等作用，有利于促进农作物的生长发育。

化学膜覆盖：利用化学方法，使长链成膜物质加工成水胺制剂或乳剂，施在水面或土面上，形成一层连续性薄膜，能阻止水分子通过，抑制水分蒸发，减少汽化耗热，提高温度。水面增温抑制蒸发剂，多用于水稻育苗秧田上。土面增温抑制蒸发剂为棕色或褐色的膏状物，用水稀释后洒在土面，有增温保墒，短期压碱，促进种子发芽、出苗和根系生长的作用，多用于温度偏低的半干旱、干旱地区。

秸秆覆盖：利用秸秆、干鲜草等植物性物质覆盖土面。其作用：①避免降雨等造成的土壤板结现象。②减少土壤水分的蒸发，保蓄水分，使表土液态水直接为作物利用。③提高地温，防止低温冷害。④改良土壤结构，提高渗透性，增加有机质和水稳性团粒，有利于微生物的活动。⑤降低雨水的径流量，防止土壤被冲刷。⑥减轻风砂区土壤颗粒的滚动、跳跃及悬浮移动，防止风蚀。⑦降低盐碱地盐分在地表积聚的速率，减缓土表硬壳的形成。⑧秸秆分解，增加钾及磷酸盐。⑨在干旱条件下降低土温，有利作物根系的生长及功能的发挥。这种覆盖的缺点是，妨碍土壤与太阳辐射直接接触和土壤空气与大气交换，致使土壤温度降低，土壤空气不流通和含有较多的水分，易使土壤变为酸性并产生对根系和微生物有害的物质，病虫害发生较多。

秸秆覆盖在许多国家都有较久的应用历史。中国在农作物、蔬菜、花卉、果树、林木的育苗上应用较多。其他一些国家多用作物残茬、秸秆、树叶等作覆盖物。美国自20世纪50年代以来，在传统耕作方法的基础上，研究出免耕法，其基本措施之一，就是利用秸秆或残茬覆盖。

土壤及有机肥覆盖：利用田土或有机肥直接覆盖地表形成覆盖层。在农作物育苗方面，如甘薯等苗床表面覆盖细土或筛过的有机肥，能够提高苗床温度，保蓄水分，防止表土板结，促进出苗及幼苗生长。北方偏北地区，小麦、油菜等越冬作物在越冬前，常用有机肥撒施田间，在地表形成一层覆盖层，可防止冻害，减少蒸发，并有增加肥分的作用。但缺点是有机肥在风吹日晒下丧失部分肥效。

灰分覆盖：利用各种物质燃烧后的灰分覆盖农田表面形成覆盖层，有提高温度，防止冻害，改良土质，增加养分的作用。利用粉煤灰在农田表层铺成覆盖层或穴施，能提高地温，增加土壤水分，丰富土壤中的钾素、磷素、微量元素等。利用草木灰覆盖，除提温防冻外，还有增加钾肥的作用。北方地区春播作物，如棉花等在苗期用草木灰撒施土壤表面，能吸收热能，提高温度，减轻晚霜为害。

此外，还有地膜覆盖(见**地膜覆盖**)和石砂覆盖(见**砂田栽培**)。

（许　萱）

附加系 (addition line)　一个或一对异源染色体附加到一个物种染色体组上的品系。

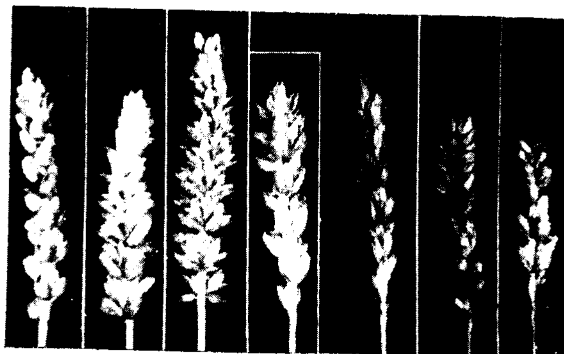
在小麦近缘种属的二倍体中，如黑麦、偃麦草、山羊草，以及簇毛麦等，都具有小麦育种所需的重要经济性状的**基因资源**，利用异源基因转移来改良小麦性状是可能的。现已培育出小麦与这些近缘种的双二倍体，但常出现来自异源染色体组的上位效应，以及小麦与近缘种染色体组间的互作影响，使双二倍体常具有较多的不良性状。通过双二倍体与小麦回交培育而成的附加系可以避免整套异源染色体组的影响，还能鉴别不同异源染色体在小麦遗传背景下对不同性状控制的效应。如小麦的2R（来自黑麦）附加系提供了对条锈的抗性。

附加系的减数分裂不甚稳定。如小麦单体附加系

自交产生双体附加系的频率极低，大多数后代为具有42个染色体的小麦类型，这是因为单体附加系的异源染色体通过雌雄配子的传递率均较低。但不同异源染色体的竞争能力差别很大，如某些偃麦草染色体竞争力极强，通过花粉传递率可达25%，黑麦则较差，小伞山羊草的6 C^u 染色体在花粉竞争中处于极为不利的状况(仅为1.3%的传递率)。双体附加系的稳定性优于单体附加系，它产生的后代常有2n=44的类型。

能育性是附加系存在的另一问题，它们比小麦亲本的能育性均低。现在认为能育性与减数分裂的不正常没有很大的直接关系，反而可能与特定染色体的性质有关。如双体黑麦附加系由于黑麦染色体的高度纯合，构成对黑麦极为不利的影响，因而引起能育性和生活力降低。

现已有三个黑麦品种King II、Dakota、TU和小伞山羊草的整套小麦附加系(见图)，大小麦附加系以及顶芒山羊草的2M小麦附加系等。中国育种工作者也育成一些小麦的黑麦和天兰偃麦草附加系。



小麦品种中国春和小伞山羊草二体附加系穗形图
从左至右：中国春，附加系A，附加系B，附加系C，附加系D，附加系E，附加系G

(吴兰佩)

附子　见乌头。

G

盖氏虎尾草 (rhodes grass)　禾本科虎尾草属的一个种，学名*Chloris gayana* Kunth.，又名无芒虎尾草、罗德草。多年生牧草。原产于南非和东非，分布于热带和亚热带地区。1964年引入中国广东、广西等地试种。茎直立或弯曲，疏丛型，高0.5～2米，茎节着地生根、分蘖，形成新株。叶长15～50厘米，宽3～5毫米。穗状花序10～20个，成指状，集生于茎端，长4～15厘米。种子具光泽，淡棕色，每千克330万～440万粒。喜温热气候。适于年平均温度17～22℃，最低月平均温度3～12℃，年降雨量700～1 600毫米的地区种植。较耐寒、耐旱、耐盐，而不耐渍。除粘重土或强酸性土外，各种土壤都可种植。易用种子种植，生长迅速，覆盖地面较快，抑制杂草，亦耐重牧。种子收获后可立即播种，但贮存6～12个月，发芽率高。春、夏、秋均可播种。行距30～50厘米，条播。每公顷播种量5～10千克或纯发芽种子0.5～1千克。宜与**大翼豆**、**笔花豆**等豆科牧草混播。每公顷年产干物质5～8吨，最高可达25吨。干物质含粗蛋白质4～13%，粗纤维30～40%，无氮浸出物40～50%，粗脂肪1～2.5%，茎秆较粗硬，宜早期刈割和放牧，利用过迟，品质差，适口性降低。每公顷产种子65～650千克。

（蒋侯明）

干物重（dry weight）　作物鲜体经风干或烘干脱水后的重量。作物生长结束时的总干物重叫做生物产量，它是经济产量的基础。作物生长旺盛时期的干物重约占鲜重的10～30%。干物质重量是作物光合作用的产物，通常以株体结构性物质（根、茎、叶等器官）和贮藏性物质（蛋白、脂肪等）的形态存在。作物干物重是作物生长状况的基本特征，作物产量形成过程，也就是干物质在各种器官中累积分配的过程，因此干物重可用于研究、分析、预测农业技术、环境条件对作物产量形成的影响。

作物干物重的测定可在不同生育时期进行，通常按照取样原理在田间取一定数量植株，洗掉根部土壤，吸干水分，称其鲜重，然后根据研究目的，整株或分器官包装置烘箱中，先在100～110℃的温度下杀死，再用80℃的温度烘24～48小时至恒重，然后称重，即得干重。并可用下式计算作物植株含水率、单位面积干重以及干物质的增长速度。

$$\text{植株(器官)含水量(\%)}=\frac{\text{样品鲜重}-\text{样品干重}}{\text{样品干重}}\times 100$$

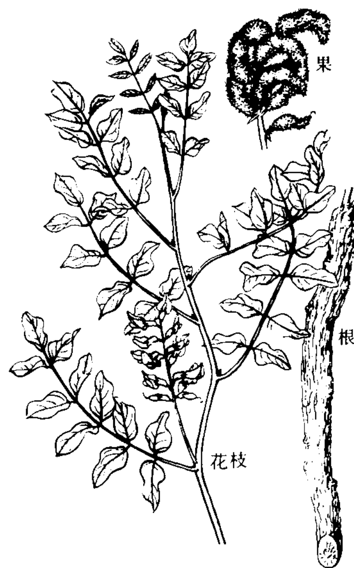
干物质增长速度（公斤/日）

$$=\frac{\text{后一次亩干重}-\text{前一次亩干重}}{\text{前后两次间隔日数}}$$

（李焕章）

甘草（licorice）　豆科甘草属中的一个种，学名*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.，多年生草本植物。别名国老。以根状茎和根入药，为常用中药。主产中国、苏联、地中海沿岸和中亚细亚的一些国家。中国主产东北、西北地区及内蒙古自治区。产品大量出口。主要依靠野生资源。同属植物有光果甘草 *G. glabra* L.及胀果甘草*G. inflata* Batal.，同供药用，产于新疆维吾尔自治区和甘肃省。

甘草株高30～80厘米。根状茎圆柱形，主根甚长，外皮红棕色至暗褐色，中间黄色。奇数羽状复叶。总状花序，蝶形花淡紫堇色。果实为荚果，被刺状腺毛。光果甘草、胀果甘草荚果光滑或近光滑（见图）。



甘　草

野生在冷凉干燥的气候和干旱的钙质土上，适宜种植于土层深厚、排水良好疏松的沙土或砂质壤土中。用种子和根状茎两种繁殖方法。后者生长较快，为普遍采用的方法。①根状茎繁殖。在春、秋两季采收时，选择不入药的细小根状茎，切成5～10厘米的小段，每段具芽2～3个，按株距20厘米栽植于沟中，再覆土、镇压、浇水。种子发芽后，幼苗生长过密应间苗。每年须除草、松土、培土2～3次，追肥1～2次。②种子繁

殖。于秋季深翻土地约50厘米左右，施入厩肥或堆肥，作成1米宽的高畦，每畦挖沟3条，播种的沟深约2厘米，移植的沟深约5厘米，播前将种皮磨破，或用温水浸泡后湿沙贮藏1月至2月，或用60℃温水浸泡4～6小时，捞出后放到温暖处，用湿布覆盖，每天用清水淋两次，裂口露芽时进行播种。种子均匀播入沟内，覆土2厘米，浇水。如种子少，也可按行株距30～35×16厘米开深约6厘米的穴，每穴播种子3～6粒。病虫害有褐斑病*Cercospora astragali* Woronichin、白粉病*Erysiphe polygoni*、锈病*Uromyces glycyrrhizae*；蚜虫、红蜘蛛和地老虎。种子繁殖3～4年，根状茎繁殖2～3年后采挖，以秋季茎叶枯萎时采挖为宜。将根状茎及根截成适当长段，晒至半干，捆成小把，再晒至全干。

野生甘草资源需要建立4～5年的轮采制度。采挖时，应注意留下供繁殖用的母根茎，如用机械采挖，应进行带状作业，保存供繁殖的生长带。对于野生甘草群落，应定期耕耘松土，并随时进行甘草补苗或补播其他固沙植物，防止水土流失。

甘草含甘草素(Glycyrrhizin)，系甘草酸（Glycyrrhizic acid)的钾盐和钙盐，是甘草的甜味成分。甘草酸水解后得18β-甘草次酸（18β-Glycyrrbetinic acid)。此外，还含多种黄酮化合物。味甘，性平。有补脾益气，止咳祛痰，清热解毒，调和诸药的功能。用于脾胃虚弱，中气不足，咳嗽，痈疽疮毒，解药毒。甘草制剂还用于治疗消化性溃疡，抗炎，抗过敏，镇咳等。除药用外，在食品工业及轻工业方面应用也很广。

（肖培根）

甘蓝型油菜（colza） 油菜三大类型之一。学名*Brassica napus* L.。是由芸薹(aa，n=10)与甘蓝(cc，n=9)通过自然种间杂交后双二倍化进化而来的一种复合种。欧洲是它的起源地，在中国，又称日本油菜、欧洲大油菜、洋油菜、番油菜等。因其叶形和株型与甘蓝酷似，故名。染色体组为aacc，n=19。

中国于20世纪30年代由朝鲜、日本和英国引进的，已广泛分布于中国各地，尤以长江流域各省油菜主产区分布最为集中。世界上以欧洲偏北部各国和加拿大西部草原地区的偏南部分布较多。

甘蓝型油菜株体较大，发育中等，生育期较长。苗期株型因品种不同而异，冬性强的欧洲品种，株型匍匐性强，越冬时生长点下陷，能耐低温；春性强的亚洲品种，直立性强，主根发育中等。支细根较发达。基叶叶形椭圆或长椭圆，伸长茎叶出现明显的琴状缺刻，薹茎叶披针形，都不具琴状缺刻；薹茎叶半包茎着生，是甘蓝型油菜最显著的共同特点之一。叶质似甘蓝，叶肉组织较致密，叶面被或不被蜡粉。叶色常绿、淡绿、浓绿或蓝绿。叶面平滑不被刺毛，或在苗期少被刺毛，成长叶无刺毛。分枝性较强，原产欧洲的甘蓝型油菜分枝部位一般较高，株高中等或较高。花较大，黄色，花瓣平滑，部分皱缩，重叠呈覆瓦状或侧叠状。花序中间花蕾着生位置高于开放花朵，开花时花药一般内向开裂或半内向开裂，自交亲和性强，自交结实率高，一般70～80%以上，属常异花授粉作物，但可分离出自交不亲和系。角果果皮组织发育中等，过熟果皮易开裂，在中国西北干旱地区尤为显著。种子较大，一般千粒重3.5～4.5克。种皮暗褐或红褐，少数上黄色种皮表面网纹浅，不具辛辣味。种子含油量高，一般35～45%，最高可达55%以上。

（刘后利）

甘薯（sweet potato） 旋花科甘薯属中的一个栽培种，学名*Ipomoea batatas* (Lam.) L.，一年生或多年生草本块根植物。古名金薯、朱薯和玉枕薯又名番薯、红薯、红苕、山芋、地瓜、甘藷、白薯等。块根味甜，富含淀粉，主要作粮食、饲料和蔬菜。也是轻工、化工和食品加工的原料。

起源与传播　甘薯起源于墨西哥尤卡坦半岛和委内瑞拉奥里诺科河口之间，主要包括中美洲和南美洲的部分国家和大小安的列斯群岛。20世纪60年代末，从秘鲁智尔卡峡谷的洞穴里发掘出甘薯块根遗物，经鉴定已有8 000～10 000年的历史，同时在秘鲁和墨西哥搜集到大量甘薯属近缘野生种。1492年哥伦布发现新大陆时，发现甘薯已在上述地区大面积栽培。后来由墨西哥、西印度群岛和巴巴多斯传入北美洲。

16世纪在世界范围内，甘薯得到迅速传播，一方面由葡萄牙航海者追随航海家V．大革马（Da Gama）的航迹自加勒比海地区、巴西和欧洲携带甘薯向东引入非洲、印度、东南亚和印度尼西亚。另一方面，西班牙人自南美洲西部和墨西哥将甘薯传到关岛和菲律宾。16世纪中叶传入中国。17世纪由中国福建省经琉球群岛传入日本。1765年传入朝鲜。

甘薯经海、陆两路引入中国，陆路早于海路。陆路主要由印度和缅甸引入云南省。明嘉靖四十一年(1563)《大理府志》有"紫蒩、白蒩和红蒩"的记载；1574年《云南通志》又有"红薯"的记载，并指出当时甘薯已被云南省六个府州地方志列为当地物产。1979年何炳棣据3 500多种地方志考证，认为"紫蒩、白蒩和红蒩"，即为甘薯。经海路的有《东莞县志》(1911)记载，万历庚辰年(1580)陈益自安南（今越南）采甘薯引入广东，并命名为番薯。林怀兰也自越南将甘薯引入广东，因种植甘薯对救荒起过显著作用，在广东省电白县特设番薯林公庙，以示纪念。1593年陈振龙又自吕宋（今菲律宾）将甘薯引入福建省，经其子陈经纶上书金学曾巡抚倡议种植，收到显著效果，随后经其后裔大力推广，传播栽培技术，使甘薯扩种到浙江、山东、河南等省，遍及长江、黄淮流域。为了纪念首先在福建等地引种

甘薯的功绩，在福州乌山上建有先薯祠，供奉着陈振龙、陈经纶、陈世元和金学曾的塑像。

生产概况　据联合国粮农组织1986年生产年鉴，世界甘薯收获面积为742.8万公顷，总产量1 098.99亿吨，平均单产14 794千克/公顷。种植面积以亚洲最大，占世界总面积的78.15%，其余依次为非洲、美洲、大洋洲和欧洲。中国种植面积最大，占世界总面积的60.89%，其次为乌干达、越南、印度尼西亚、印度和菲律宾等。单产水平以亚洲最高，为17 142千克/公顷，欧洲、南美洲次之，分别为10 699千克/公顷及8 843千克/公顷，其余各大洲较低。

中国甘薯栽培分布较广，大部分地区有种植（见表）。

1985年中国甘薯产区分布

产区面积分类 (kha)	地　区	种植面积 (kha)
1 000以上	四　川	1 213.4
500～1 000	山　东	821.1
	河　南	763.1
	安　徽	613.1
	广　东	569.3
100～500	河　北	369.3
	江　苏	282.5
	湖　南	266.1
	广　西	216.4
	福　建	216.1
	湖　北	185.1
	浙　江	117.1
	江　西	105.7
	陕　西	105.6
100以下	贵　州	96.7
	台　湾	71.0
	辽　宁	46.8
	山　西	46.5
	云　南	42.3
	北　京	9.7
	天　津	7.9
	吉　林	6.3
全国合计		6 171.1

1949年以后中国甘薯栽培面积曾有较大发展，1963年面积最大，比1950年增加65.9%，70年代后逐步有所压缩。

1985年比1950年甘薯总产量增长0.86倍，单产提高253%。其中单产超过25 000千克/公顷以上的有浙江及山东两省；20 000～25 000千克/公顷的有江苏省和天津市；15 000～20 000千克/公顷的有福建、山西、北京、安徽、四川、湖北、台湾及湖南省（市）；10 000～15 000千克/公顷的有河南、吉林、江西、河北、广东、陕西、辽宁及贵州省；5 000～10 000千克/公顷的有云南省；5 000千克/公顷以下的有广西壮族自治区。

形态特征　甘薯为根浅叶密，茎多匍匐生长，部分根可膨大成块根的蔓生性作物。

根　分须根、柴根和块根（见图1）。①须根，是不定根中根原基形成的细根，纤维状，生有很多根毛，有吸收水分和养分的功能。②柴根，又名粗根、梗根和牛蒡根，是幼根在分化过程中遇高温、干旱、土壤板结、通气不良等因素所形成的畸型肉质根。根长0.3～1.0米，直径0.2～2.0厘米，上下基本相近，利用价值低。③块根，由粗大幼根在适宜环境条件下分化而成。多分布在5～25厘米土层中，是贮藏养分的器官。因品种、土壤和栽培条件等的不同，块根形状有纺锤形、圆筒形、球形和块形等；皮色有白、黄、红、紫红等；肉色有白、黄、桔红、紫带、紫晕等。

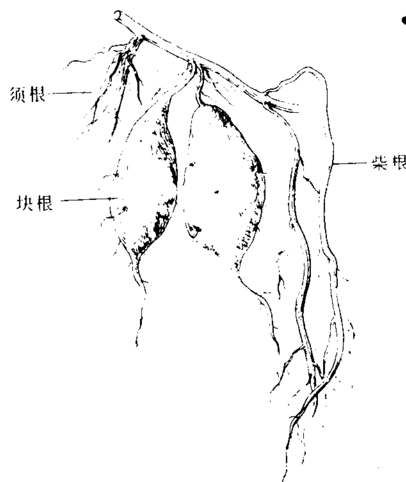


图1　甘薯根的三种形态

茎　又称蔓或藤。多匍匐生长，也有半直立型和缠绕型的。茎长和粗细因品种和栽培条件的不同差异较大。短茎种分枝多，长茎种分枝少。茎粗一般4～8毫米，有绿、绿带紫、紫和褐色等。茎上有节，节部能生芽、发根（见图2）。剪茎栽插繁殖就是利用这一特性。

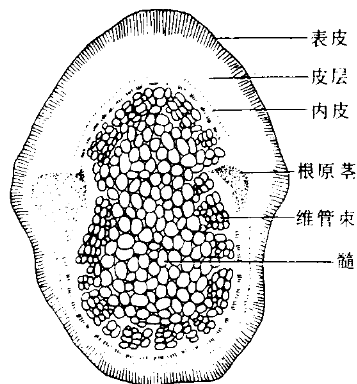


图2　甘薯的茎节内部结构

叶　单叶互生，叶有全缘、带齿和深浅不同的缺刻。叶形有心脏形、掌状形、戟形、三

角形等(见图3),叶形变异较大,有的品种在同一茎蔓上具有数种叶形。叶脉网状,有绿、紫、浅紫等色。叶色有绿、褐绿、紫绿等。顶叶色有绿、褐、紫等。叶柄长6～30厘米,随品种和环境条件的不同差异较大。

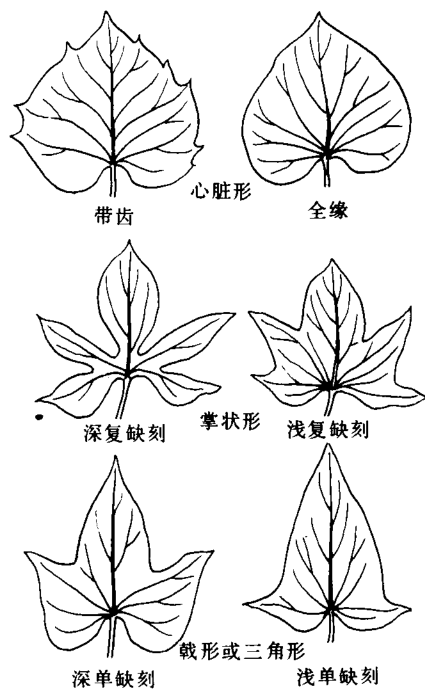


图 3 甘薯叶形

花 花冠合瓣,漏斗状(见图4),长3～4厘米,似牵牛花,粉红色,少数紫色和白色。单生或3～15朵花

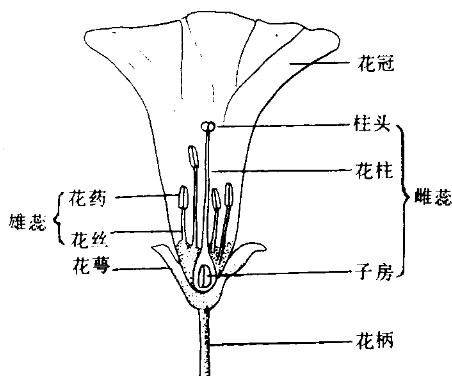
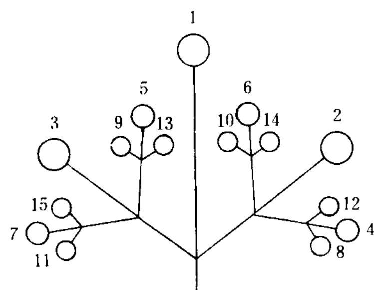


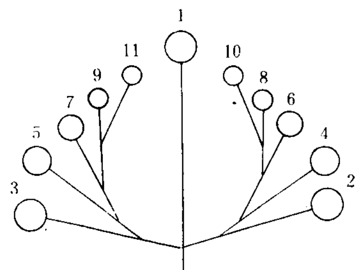
图 4 甘薯花器的剖面

丛集呈聚伞花序(见图5)。雌雄同花。雌蕊1枚,顶端为1～3裂的近球形柱头,着生于细长的花柱上,花柱下端连结子房。雄蕊5枚,着生于花冠内侧基部,环绕着雌蕊而排。顶端为花药,高低不一,或高于柱头,或低于柱头,或与柱头等高。开花习性因品种和环境条件不同而异。

果实 果褐色。子房二室,由假隔膜分为四室;种子1～4粒,球形、扁球形,褐色或黑色,千粒重20克左右,种皮坚硬角质(见图6)。



典型二歧聚伞花序



变态二歧聚伞花序

图 5 甘薯的花序及其开花顺序

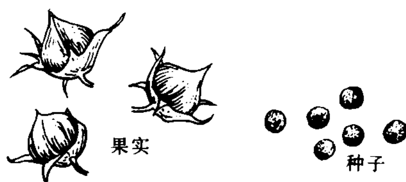


图 6 甘薯的果实和种子

生物学特性 为短日照植物,性喜温暖,较适应干旱,对土壤的要求不严,品种间结薯早晚和块根膨大速度有很大差别。无明显的成熟期,在适宜环境条件下,生育期愈长产量愈高。

温度 温度在16～35℃之间,温度愈高块根萌芽愈快,芽数愈多。扦插薯苗后,在土温16℃以上即可发根还苗,20～30℃最适宜。气温低于18℃,茎叶生长缓慢,低于15℃生长停滞,低于9℃逐渐凋萎。10厘米深处土温在20～30℃,温度愈高块根形成愈快。10～15厘米深处土温在20～24℃,块根膨大最适宜。昼夜温差大有利于块根养分积累和加速膨大。贮藏块根的适温为10～15℃,低于10℃易受冷害。

水分 甘薯是需水较多的作物,蒸腾系数在300～500之间。土壤水分以最大持水量的60～80%为宜。如土壤水分不足,则影响产量。但水分亏缺、生长受抑制后,恢复和再生能力也较强。生育前期干旱时间长,雨量过少,土壤持水量低于50%,影响发根还苗,结

薯迟而少，易长柴根；中期干旱，茎叶不能盛长，养分积累少，块根膨大慢。生育后期阴雨天过多，块根水分多，产量低，干率和淀粉率均低，受涝变质，甚至腐烂。

光照　甘薯为C_4作物，喜光。结薯以300～350卡/厘米^2·日的光照辐射量为宜。特别是生育后期晴朗天多，其它条件配合适宜，产量就高。反之阴雨天多，块根产量低。甘薯对日照长短反应敏感，影响生长发育，每日8～10小时的短日照能促进甘薯开花。日照的时间延长和强度增大，有利于光合产物的形成与运转和块根膨大。光照强度减弱50%，光合产物降低达30%左右。日照时间延长到12.4～13小时，有加速养分输送和促进块根膨大的作用，有利于块根形成。

土壤　甘薯对土壤的要求不严，能适应的土壤pH值为4.2～8.3，以6.1～7.7为最适宜。比较瘠薄的土壤上，也可获得一定产量。而在土层深厚、肥沃、结构疏松、透气性好的沙壤土或壤土上则可获得高产。

养分　甘薯对三要素的需求以钾最多，氮次之，磷素较少。植株生育前期以氮素代谢为主，缺氮则茎叶生长不良。后期以碳素代谢为主，钾能增强碳水化合物合成和运转能力，又能促进根部形成层活动加速块根膨大，缺钾时块根产量不高。生育过程中缺乏三要素中任何一种都会引起不良的生理反应。

营养成分　甘薯块根以含淀粉为主，一般占鲜重的15～20%，其余依次为糖分、蛋白质、脂肪、纤维，以及钙、磷、铁等矿物质；含有包括人体必需的八种氨基酸在内的十多种氨基酸和多种维生素，尤以胡萝卜素及抗坏血酸含量较丰富，为一般谷物所不及。鲜、干茎叶的粗蛋白质比稻草约高二倍，纤维少，青贮发酵后饲用价值更高。

参考书目

江苏省农业科学院等主编：《中国甘薯栽培学》，上海科学技术出版社，1984。

Edmond, J. B., *Sweet Potatoes, Production Processing Marketing*. The AVI Publishing Company, Inc, 1971.

（杨洪祖　叶少元）

甘薯病害（sweet potato diseases）　由真菌、细菌、病毒、线虫等侵染引起，对甘薯的伤害，以真菌侵染为害较多。中国已有记载的甘薯病害有30余种。其中发生比较广泛，为害比较严重的有甘薯黑斑病、甘薯根腐病、甘薯瘟病、甘薯茎线虫病、甘薯软腐病和病毒病等。虽仅局部发生，但为害较重的有甘薯根结线虫病、甘薯疮痂病、甘薯蔓割病、甘薯镰刀腐病和甘薯紫纹羽病等，少数地区发生而为害较轻，或偶尔发生的，有甘薯黑痣病、甘薯爪哇黑腐病、甘薯拟黑斑病、甘薯炭腐病、甘薯干腐病、甘薯菌核病、甘薯白绢病、甘薯叶斑病、甘薯斑点病等。甘薯从育苗一直到收获贮藏的整个过程中，均可遭受各种病菌的侵害，常造成不同程度的损失。有的病害不但在田间为害导致减产，而且在贮藏、育苗期间常造成烂窖、烂床，毁坏极大。

甘薯黑斑病 *Ceratocystis fimbriata*　是中国各甘薯产区发生普遍而严重的病害。在甘薯苗期、大田期和贮藏期为害可造成烂窖、烂床、死苗。薯苗受害，茎基部形成黑褐色梭形凹陷病斑，薯苗瘦弱，叶色发黄，严重时病芽未出土即变黑，腐烂死亡。薯块发病初为黑色小点，后逐渐扩大为圆形或不规则黑褐色病斑，表面长出黑色刺状物。该病可通过病薯、病苗及带菌的肥料、土壤、农具等途径传播蔓延。

甘薯根腐病　又称甘薯烂根病。病原菌为腐皮镰孢霉，甘薯专化型*Fusarium solani* sp. *batatas*。此外，爪哇镰孢霉 *Fusarium javanicum*、爪哇镰孢根生变种 *F. javanicum* var. *radicucola*、茄病镰孢蓝色变种 *F. solani* var. *coeruleum* 等也能导致发生根腐病，而以爪哇镰孢霉的致病力最强。甘薯根腐病是中国新发现的一种毁灭性病害。分布于山东、河北、河南、江苏、安徽和湖北等省。主要发生在甘薯大田生长期，发病轻者减产1～2成；重者减产4～5成，甚至绝产。发病植株根尖先发黄后变黑腐烂，重病株矮小，节间缩短，叶片增厚，发黄变脆。最后干枯死亡。轻病株地上部生长停滞，分枝少或不分枝。叶片发黄并出现现蕾开花现象。地下部发生新根，多数形成柴根，不结薯，少数结小薯块。薯块表面粗糙龟裂，有黑褐色圆形或椭圆形病斑皮下组织变黑但无苦味，土壤、病肥、病残体、种薯、种苗、水流等都可传病。但以土壤、病肥、病残体为主。

甘薯软腐病 *Rhizopus nigricans*　分布于中国各甘薯产区。是甘薯贮藏期间发生比较普遍的病害。常因收获粗放，贮藏不善，使薯块受伤遭冷害，导致此病迅速蔓延，引起薯块大量腐烂，造成严重损失。罹病薯块呈水渍状软化腐烂，初带酒香味后变霉味。表面密生白色菌丝，其上着生黑粒状孢子囊。后期病薯水分丧失，干缩成褐色僵块，病菌借孢囊孢子以气流传播，多自薯块伤口处侵入。

甘薯瘟病 *Pseudomonas solanacearum*　此病在广东、广西、湖南、福建、江西和浙江等省（自治区）发生，在育苗期和大田期为害。一般减产3～4成，重者达7～8成，甚至绝收。苗期受害，苗基部变黄褐色，重者青枯死亡。发病植株茎基部呈黄褐色水渍状，晴天明显枯萎。病蔓薯皮有黄褐色病斑。薯肉呈黄褐色，最后腐烂并有刺鼻臭味。此病以病薯、病苗、带病土壤、肥料、水流和昆虫等传播。

甘薯疮痂病 *Sphaeloma batatas*　在福建、广东、广西和浙江等省（自治区）均有发生。此病仅为害甘薯地上部。植株生长前期发病一般减产30～40%，中

期发病减产20～30%，后期发病减产10%左右，在苗床和田间发生，为害茎蔓、嫩梢、叶脉和叶柄。初期病部呈红褐色油渍状斑点，以后病斑扩大，使叶片皱缩，呈疮痂状。叶脉产生疮痂后，叶变畸形，嫩茎幼叶受害后卷缩呈"木耳"状，病株薯蔓僵硬直立。主要以病菌以及病残体随风传播。

甘薯皱缩花叶病　由病毒引起的病害，在华东、华北和东北等甘薯产区，均有发生。春薯一般减产10%左右，夏薯减产20%左右，并导致甘薯种质退化。在苗期和大田期均可发生，其症状有两种类型：一为花叶病毒型。薯苗感病后叶片最初为叶脉呈网状，明显透明，后转为沿脉呈不规则黄绿相间的花叶斑驳。另一种为皱缩病毒型。初期叶片小而瘦长，叶缘不整齐，缺刻较多，呈蕨叶状，后期叶片凸凹不平，有时上卷，皱缩扭曲。植株生长停滞。高温时症状消失，温度降低后显症状。本病可通过病薯、病苗、昆虫等传播。在田间花叶型可由桃蚜传播，皱缩型可由粉虱传播。

甘薯根结线虫病 *Meloidogyne incognita* var. *acrita*　主要分布在山东、浙江和福建等省的局部产区，但为害严重，一般减产20%，重者绝产。根部受害时，根系粗肿，须根丛生，结薯少而小，且不整齐，多长柴根。在细根上长有许多米粒大小的疙瘩，形似线绳打的结。病轻为单生，病重相互连结成串。薯块受害后常呈畸形龟裂状、棒状、线状三种类型。地上部表现生长停滞，节间短，叶色黄，株形直立。由种薯、菌种、土壤、流水、农具等传播。

甘薯茎线虫病　由甘薯茎线虫 *Ditylenchus destructor* 为害引起的。以山东、河北、河南、北京、天津、江苏和辽宁等省（市）发生较重。在育苗期、大田期和贮藏期均可为害，造成烂窖、烂床、烂薯死苗。一般可减产10～50%，严重的可造成绝产。薯苗感病基部表皮呈乌青色，内部呈褐色糠心，严重时基部全部青色，内部糠心到顶，薯块感病后初期薯皮褪色，不久后变青，有的稍凹陷，有的有裂口，皮下组织松软，呈褐色。严重时外皮变暗紫色，内部呈褐白相间的糠心，也有的仅内部糠心或糠皮。糠心的常因杂菌感染而成"花瓤"。病蔓、病薯、土壤、厩肥等均可传播。

综合防治措施　甘薯病害传播途径较多，为害时间也较长，造成窖内、苗床和大田间的复杂关联，增加了防治工作的复杂性和艰巨性。因此，防治甘薯病害要采取综合措施，方能取得良好的防治效果。在无病区要严格执行检疫制度，严禁从病区调运种苗、种薯，以杜绝病害蔓延传播。在发病地区，建立无病留种田，培育无病种薯，是防治甘薯病害最有效的措施。无病留种田要选用无病薯苗栽插，采用经过三年以上轮作的土地，不能施用带有病菌的肥料，并注意加强防治地下害虫，从各方面杜绝病菌侵染为害。对根腐病、薯瘟、根结线虫病等病害可选用抗病强的品种，以减轻病害造成的损失。实行轮作倒茬，对很多病害有良好的防治效果。发病地区宜实行两年以上的轮作，如实行水旱轮作则效果更佳。此外，要注意适时收获，精细选薯，加强贮藏期管理工作，严防薯块破伤受冻，以减少黑斑病、软腐病等病害的侵染机会，确保安全贮藏。　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（邱瑞镰）

甘薯不亲和性　见甘薯育种

甘薯虫害（insect pests of sweet potato）

中国甘薯虫害种类繁多，因地区自然条件不同，发生的种类和为害程度也不同。害虫种类一般由北向南逐渐增多，造成的损失也相应加重。中国为害甘薯的昆虫，除少数专门为害甘薯外，大部分是为害多种作物的杂食害虫，专门或主要为害甘薯的有20余种。其中发生较普遍而严重的有数十种。

甘薯蚁象 *Cylas formicarius*　又称甘薯小象甲，主要分布在台湾、福建、广东、广西、云南、贵州、四川、湖南、江西和浙江等省（自治区）。其中以福建、广东、浙江和台湾等省为害最重。在甘薯生长和贮藏期间均可为害。主要以幼虫蛀食薯块成蜂窝状，助长病菌侵染，引起薯块腐烂，也能在茎内蛀食成孔道，影响蔓薯生长，成虫则能直接咬食薯块、幼苗、嫩茎和叶柄。常使薯苗变黄，重则死亡，造成严重缺株。发生代数因地而异，浙江省一年发生3～5代，福建省、广西壮族自治区4～6代，广东省5～7代，台湾省6～8代。均是世代重叠，成虫常栖息于荫蔽处，有假死性，通常多作爬行迁移，天气闷热时有飞翔现象。主要以成虫在薯块、薯蔓内以及受害薯田的残薯、杂草、土缝、砖瓦、石块底下越冬。幼虫和蛹可在薯块、薯梗或藤蔓中越冬。在温暖地区，终年可活动，无明显越冬阶段。

甘薯长足象 *Alcidodes waltoni*　又称甘薯大象虫。主要分布在福建、台湾、浙江、江西、广东、广西、云南、四川等省（自治区）。成虫咬食嫩茎和叶柄，幼虫钻蛀薯蔓为害，常引起死苗缺株，造成减产。一年发生1～3代，世代重叠，以成虫在土壤、树皮裂缝中越冬，少数以老熟幼虫在越冬薯的虫瘿内越冬。成虫和幼虫在10℃以上即开始活动取食，成虫善爬行，假死性强，卵多产于薯茎的表皮下，幼虫孵化后蛀入茎部变虫瘿，并在其中化蛹。

甘薯叶甲 *Colasposoma dauricum*　又名甘薯叶虫、甘薯猿叶虫。主要分布在福建、台湾、浙江、江西、湖南、四川、广东、广西和云南等省（自治区），成虫取食幼嫩的茎叶，薯苗受害严重时变黄枯死，造成缺苗。幼虫啃食薯块使表面呈深浅不一的伤疤，有利病菌的侵入，引起腐烂。一年发生1代，以幼虫在土下25～35厘米处越冬，成虫羽化后在土室内停留一个月以上，才出土为害。卵产于薯株附近表土上，孵化

后幼虫入土为害薯块。幼虫性喜潮湿，成虫具假死性，飞翔力强。

甘薯天蛾 *Herse convolvuli* 又称旋花天蛾，在中国各甘薯产区均有发生。以幼虫蚕食薯叶。三龄后食量大，猖獗发生时可吃尽全叶，并咬食叶柄、嫩茎，造成减产。在福建省一年发生4代，湖北、湖南、四川和安徽等省为3～4代，华北地区为2代，以蛹在土内越冬。成虫有趋光性，喜吸食花蜜，昼伏夜出，飞翔性强，能作远距离迁飞转移为害。成虫产卵于甘薯及其它旋花科植物叶背或叶柄上，幼虫初孵化时先取食卵壳，后即爬到叶背取食叶肉。三龄后食量大增，幼虫白天不大活动，栖息叶背，以晚间取食为主。

甘薯麦蛾 *Brachmia macroscopa* 又称甘薯卷叶虫。分布在中国各甘薯产区。以幼虫吐丝卷叶藏身在卷叶内，取食叶肉和表皮，影响植株光合作用。猖獗发生时全田叶可被卷食殆尽，造成严重减产。北京市一年发生3～4代，浙江省4～5代，江西省5～7代，福建省8～9代。北方以蛹在残株枯叶中越冬；南方多数以成虫在田间杂草内越冬，少数以蛹在残株上越冬。成虫昼伏夜出，有趋光性，喜吸食花蜜，卵散产于薯叶背面，叶面交叉处，幼虫孵化后初龄只剥食叶肉，二龄后吐丝卷叶，栖息在内为害。幼虫行动活跃，受惊时即扭曲并蹦跳落地，幼虫老熟时即在卷叶内化蛹，并随卷叶干枯落地面。

甘薯蠹野螟 *Omphisa anastomosalis* 又称甘薯茎螟，主要分布于台湾、福建、广东、广西等省（自治区）。幼虫主要蠹于薯蔓内，少数侵入茎基部。被害处逐渐膨大成虫瘿，影响植株水分和养分的输送，同时使植株质脆易折，造成缺株。在福建和广东省一年发生4～5代，世代重叠，以老熟幼虫在越冬薯蔓头的虫瘿内越冬，少数钻入薯块里越冬。成虫昼出夜伏，趋光性较弱。卵多产于叶背上，幼虫孵化后从叶腋钻入茎内蛀食为害，而造成肿大中空。

甘薯潜蛾 *Bedellia somnulentella* 又称甘薯潜叶蛾，主要分布于浙江、福建、广东和广西等省（自治区）。以幼虫钻入叶内潜食叶肉，严重受害常致薯叶焦枯发红，在浙江省一年发生4～5代，福建省8代。世代重叠。以成虫在越冬薯苗和杂草上越冬，也有与老熟幼虫和蛹在被害叶肉内越冬。成虫性喜潮湿。卵散生于叶脉处。幼虫孵化后先吐丝织一薄丝，垫于叶表，不久即蛀入叶肉，咬食成黄褐色弯曲的小隧道，日出夜入。

斜纹夜蛾 *Prodenia litura* 又名莲纹夜蛾。在中国分布极广。其中以长江流域及其以南地区发生较多，且常间歇性猖獗成灾。此虫系杂食性害虫。为害甘薯以食叶为主，也咬食嫩茎、叶柄等。猖獗发生时可食光叶片和嫩茎，造成严重损失。在河北和山东省一年发生3～4代，江苏和浙江省4～5代，湖北省5代，江西省6代，福建省7～8代，广东省8～9代。世代多重叠，以蛹在土中越冬。成虫对黑光灯趋性强，喜食糖醋及发酵物。昼伏夜出。卵喜产于叶背，卵层积成块状，表面覆有黄色鳞毛。幼虫初孵时群集于叶背，取食下表皮和叶肉，初龄幼虫常吐丝下坠随风飘移，二三龄后分散活动。幼虫具有假死性，老龄幼虫有成群迁移习性常转移为害。

地下害虫 主要有蟋蟀、蝼蛄、蛴螬、地老虎、金针虫和沙潜五大类。这些害虫全是杂食性，为害期长，造成损失大。为害的虫态有的只限于幼虫，如地老虎类；有的成虫和若虫均可为害，如蟋蟀类、蝼蛄类；有的成虫为害甘薯较轻且时间短，而幼虫为害较重且时间长，如蛴螬类、金针虫类、沙潜类。为害甘薯地上部的有蟋蟀类、地老虎类、蝼蛄类；为害甘薯地下部的有金针虫类、蛴螬类、蝼蛄类、沙潜类。为害地上部的不仅食害茎叶，并咬断幼苗，造成缺株断垄；为害地下部的，不仅咬食根部而造成幼苗枯萎，且咬食薯块造成伤口，影响产量和品质，而且常引起病菌的侵入，加重田间和贮藏期病害的发生，造成薯块腐烂损失。

防治措施 应加强预测预报，及时采用药剂防治。对甘薯蚁象、甘薯叶甲及地下害虫等可采用撒施毒土杀灭，毒草、毒饵诱杀或药剂浸苗防治。在甘薯叶甲成虫盛发期，甘薯麦蛾幼虫初发期，甘薯蠹野螟、甘薯潜叶蛾幼虫孵化期，斜纹夜蛾、甘薯天蛾幼虫三龄前应采用药剂喷射防治。对斜纹夜蛾、小地老虎等害虫可利用黑光灯、糖醋毒液诱杀成虫。在农业防治方面，宜实行合理轮作，以改变土壤环境条件，减轻甘薯蚁象、甘薯叶甲和地下害虫等为害。还可结合冬春耕，捕拾杀伤甘薯天蛾和一些地下害虫的越冬虫和蛹。此外，对一些甘薯害虫也可酌情采用生物防治方法，如薯田撒布白僵菌、绿僵葡萄糖、菌液，可使甘薯蚁象、甘薯叶甲罹病致死。利用薯田释放蚂蚁对防治甘薯蠹野螟有良好效果。（邱瑞镰）

甘薯翻蔓 (turning sweet potato vines)

甘薯伸蔓以后，采用人工翻动薯蔓。国内外栽培甘薯均有翻蔓习惯，认为翻蔓可以降低土壤湿度，提高土温，防止因茎节着地生根而消耗养分，能促进养分向薯块运转，从而达到增产的目的。实际上翻蔓是一项减产措施，一般减产一二成，尤以后期翻蔓和多次翻蔓减产更甚。中国自20世纪30年代以来，通过全国各地多年、多点、多品种的试验，一致证明翻蔓导致减产。减产原因：翻蔓除直接大量折断茎叶，增加黄叶、落叶和死茎外，还加重了茎叶重叠，使大量叶片翻转，叶背向上，打乱了茎叶自然分布状态，而且因顶部茎叶受损，刺激了腋芽萌发，形成大量新枝叶。这既破坏了同化器官，削弱了光合效能，又扰乱了植株内部的

营养分配，影响薯块膨大速度，从而导致产量降低。同时翻蔓扯断了大量的不定根，降低了抗旱能力和固定功能，减少肥水的吸收。故栽培甘薯不宜翻蔓，但在进行治虫、培土、追肥、清沟、排涝等田间管理时，为了便于操作，小心提动藤蔓，仍是必要的，尤以雨涝后藤蔓被泥土淤埋、及时提动藤蔓，晾晒垄土更为必要。 （邱瑞镰）

甘薯高温愈合处理

见甘薯贮藏。

甘薯良种繁育 (seed stock production of sweet potato)

为保护甘薯良种的纯度和种性，利用甘薯再生力强的特点加速繁殖无病种薯，是甘薯种薯生产的重要措施。甘薯良种在生产过程中，经常由于育苗、栽插、收贮等环节多，块根芽变率高，容易造成机械的和生物学的混杂。同时甘薯易受多种病害侵染，能逐代相传的花叶、皱缩、栓心等病毒的为害而威胁生产。故而必须进行良种繁育。

种薯生产　各国的甘薯繁育体系不尽相同。一般原原种都由育种家或育成单位提供；原种或称基础种，来源于原原种，由国家的种子公司、种子协会掌握。下设原种场或种子基地负责生产，繁殖后分级供应大田生产。

原原种是通过区域试验后审定合格的新品种，年年由供应者根据其丰产和抗病等典型性，进行严格选优去劣。要求100%的纯度，薯块整齐度不小于90%。种薯无病虫害。

原种是用原原种生产繁殖。要求纯度仍须保持100%。无病虫害，薯块整齐度不小于85%，破损的薯块不大于1%。由原种生产供应的一级良种纯度不小于99.5%，二级良种不小于99.0%，薯块整齐度一级不小于85%，二级不小于80%，破损的薯块一级不大于3%，二级不大于5%，无检疫对象的病虫害。

生产原种，可采用三年二圃制：①单株选择。利用茎尖脱毒的无病试管苗作为原原种，经育苗、栽插生长到封垄前，根据地上部特征和长势，选出200～300单株。收获时再根据结薯和丰产等特性，从中选留100～150株，中选的单株种薯必须分株妥善窖藏。②株行圃。第二年出窖时，将上年入选单株种薯，经过严格选择，淘汰感病和贮藏不良的单株种薯，分别育苗，苗期须连根挖除病苗、杂苗，选用高剪壮苗栽插于采苗圃（见**甘薯育苗**）繁殖种苗。株行圃栽插时剪用采苗圃壮实的蔓尖苗，每系20～30株单行栽插，在生育期利用指示植物进行鉴定，加入对照种株行进行比较。在生长封垄前和收获时，分别进行地上部及地下部评比鉴定，通过产量和干率测定，选优去劣后，将优异的株行分别收获，继续鉴定，选出优异的单系，其余株行混合贮藏。③原种圃。将当选混合的种薯育苗后，采苗圃繁殖种苗，在夏、秋季栽插入原种圃，保质保量供应种薯。

种薯生产的关键措施：①选留原种圃或良种留种地，是繁育良种的基础，生产种薯的土地要选择生茬地或3年内没有种过甘薯的轮作地。②不间断地提纯、选优是保持原种的典型性、丰产性和抗逆性等的保证。如选择食用或食品加工用品种时，普遍重视薯形、大小、整齐度，还切开种薯顶端，剖视薯肉颜色深浅并测定胡萝卜素的含量。③防治病虫害，在检查到薯块、薯苗感染茎腐病、黑斑病、栓心病毒时，不论苗期、生长期和收获期一概淘汰，并随即焚毁。为防止蚜虫、粉虱等传带病毒，留种地要和大田隔离，一般相距约100米，并禁止通过大田灌水。

加速繁育良种　甘薯根、茎和叶再生力很强。中国扩大甘薯繁育系数的成就比较显著，繁殖系数20世纪50年代仅40～50倍，70年代来利用高倍繁殖方法，一般可达到4 000倍。加速繁育的方法：①采苗圃育苗（见**甘薯育苗**），保证防病，提供大量壮苗，是繁育种苗中的关键措施。②多级育苗，利用温床、温室、塑料棚、地膜覆盖等多种形式，给以适宜的温度、肥料和水分条件，提早催芽育苗，苗长成后，分批剪栽到不同的采苗圃，以供应大田繁殖。③单、双节繁殖，先在温床内育苗，苗成后利用采苗圃多次剪栽一个叶节或双節短苗，密栽于留种地，加强肥水管理。其他还有蔓尖越冬育苗、晚栽密植等方法。综合应用多种以苗繁苗方法进行多级繁殖，特别是充分发挥采苗圃和无病留种地的保证作用，是加速繁殖的有效措施。

对无性系组织培养茎尖脱毒，既利于排除病毒，又利于繁育种苗，国内外已应用在甘薯繁育种苗中。

（盛家廉）

甘薯芽变

见甘薯育种。

甘薯诱导开花

见甘薯育种。

甘薯育苗 (raising sweet potato cuttings)

用种薯或种苗在苗床或苗圃里繁殖甘薯秧苗的过程。贮存种薯的营养物质丰富，皮层下潜伏着许多不定芽原基，在适宜的温度和湿度条件下，能够生长成独立植株；将种苗剪插在水肥良好的采苗圃能培养成壮苗。这两种方法育成的薯苗均可供大田栽插。

种薯育苗　分温床育苗和露地育苗。①温床育苗。根据热能来源不同有火炕育苗、酿热温床育苗等。火炕育苗是中国北方的主要育苗方法，它能根据育苗需要人为地调节温度，具有用种量少和育苗数多的优点，但秧苗素质较差；酿热温床育苗是经过微生物分解秸秆、骡马粪等中的纤维素发酵产生的热能，供应育苗所需的温度，在床土发酵后温度回降时才能排放种薯。

②露地育苗。利用太阳辐射热能培育秧苗。有平畦和高畦两种。育成的秧苗健壮，成活率高，但发芽较慢，出苗数少，用种量多。适于栽植夏、秋薯的地区采用。此外，结合塑料薄膜覆盖，能提高苗床温度，保持土壤水分，充分利用光能，促进薯苗生长，增加出苗数，在春、夏薯区生产上广泛应用。

根据各地气候、栽培制度、栽插时期，育苗方式等而确定排种时间。中国北方春薯区如排种过早，会因春寒延长苗期时间，或苗育成后不能及时栽插，出现"苗等地"现象；排种过晚，不能及时育出薯苗，出现"地等苗"现象。温床育苗宜在栽插适期前35～40天排种；露地育苗凡覆盖塑料薄膜的排种期比温床育苗可提前10天左右，种薯大小以150～200克为宜。排种方法多采用斜排和直排。温床育苗为了经济利用苗床，一般用斜排。种薯头尾相压部位以1/3为宜，以免密度过大影响秧苗素质；直排能使薯苗分布均匀，有利于培养壮苗。排种薯时顶部朝上，并保持顶部在同一平面上，促使发芽整齐，便于管理，苗床管理以催苗为主，炼苗为辅，催炼结合使苗正常生长。幼芽出土前，床温保持30～32℃，土壤水分保持在相对湿度80%左右，有利萌芽出苗。齐苗后，温度以27～30℃，土壤最大田间持水量以70～80%为宜，并随时注意通风透光，以防光照和氧气不足，而发生苗叶发黄、苗质弱、烂苗等现象。采苗前3～4天，以炼苗为主，床温控制在20～25℃，土壤相对湿度维持在60%左右，使苗茁壮。种苗的苗龄要求30天左右，苗高20～25厘米，苗株健壮，节间较短，没有气生根，叶片浓绿肥厚，大小适中，没有病斑，具有该品种特征。采苗2～3次以后，块根和床土养分逐渐减少，应追施适量速效性氮肥，以促进薯苗继续生长。

采苗圃育苗　用种薯育成的苗剪插在采苗圃，繁殖无病壮苗。此法在中国南方主产区早被应用，已逐步扩展到其他夏薯区。它通过"两次高剪"能克服种薯育苗易带病的缺点，既可大量繁殖无病壮苗，提高繁殖系数，又能解决无病留种地和夏、秋薯用苗。采苗后，继续加强肥、水管理，还可获得较高的产苗量，也可用它生长的茎叶，不断收割作为牲畜饲料。

采苗圃有起垄和条畦两种。应选择地势平坦、土质肥沃、有灌溉条件的地块作苗圃。结合地膜覆盖，能促使薯苗加速生长，增加产苗量。栽插成活以后，为了促进生长分枝，需逐株进行摘心，在生长过程中，分次追施适量速效性氮肥，并注意及时灌水。采苗圃一般可供10倍以上面积的大田用苗。　（袁宝忠）

甘薯育种（sweet potato breeding）　通过有性杂交或无性系芽变体的选择培育甘薯的新品种。甘薯自交和品种间杂交具不亲和性，育种必须采取克服不亲和的措施。同时实生苗群体分离复杂，选择优良单株比较困难，因而诱变和细胞融合技术在甘薯育种中广泛利用。

简史　世界各主要甘薯生产国都非常重视甘薯育种工作。日本自1919年开始人工杂交育种，育成冲绳百号、护国、农林1号和农林2号等甘薯新品种；50年代后引入国外品种和野生资源，育成金千贯、南丰等淀粉用品种。20世纪30年代末，美国育成宝石、百年薯、L—4—5、全金黄和澳洲黄等作鲜薯食用和加工用品种；亚洲蔬菜研究和发展中心（AVRDC）70年代开始培育营养价值高的食用品种和茎尖作蔬菜用的品种；**国际热带农业研究所**（IITA）70年代也开始甘薯抗虫、抗病毒、抗疮痂病、耐贮、早熟品种的选育。

中国自16世纪中叶引入甘薯后，在长期的选择过程中形成很多适应不同地区，具有不同特色的地方品种。1911年中国台湾省开始甘薯育种工作，选育地方良种，引进外地品种。1922～1945年有目的地开展品种间有性杂交，培育出47个台农系号的推广品种。40年代初从美国引进的南瑞苕及日本传入的冲绳百号在四川省和中国北方各地广为种植，代替了这些地区的农家品种。40年代至50年代间，华北、华东、西北、西南、中南等地区的部分农业科学研究机构、农业院校在评选地方品种的基础上，相继开展了品种间杂交育种工作，育成了华北117和华东51—93等改良品种。截止到1983年推广面积6 700公顷以上的已达30多个。其中超过10万公顷的有丰收白、川薯27、青农2号等7个。推广面积最大的是70年代育成的徐薯18，1984年种植面积达140万公顷。1983～1985年又育成淮薯3号、烟薯3号、浙薯1号、胜南等四个高淀粉品种。至1985年中国自育甘薯品种种植面积已占全国甘薯总面积70%以上。

主要经济性状的遗传　在多数情况下，鲜薯产量与干率、淀粉含量之间存在负相关。干率、淀粉含量属于多基因控制的数量性状，自交后代下降幅度小，能有效地累加控制这些性状的基因，连续自交一两代后，根据表现型选择是有效的。用淀粉含量高的亲本杂交容易育成高淀粉品种。鲜薯产量是加性效应、显性效应和互补效应都具备的数量性状，后两种效应作用更大，自交衰退、减产严重。抗病性也属于多基因控制的**数量性状**，**遗传力**较高，应选用抗病性强的亲本。蔓叶产量和生长势与亲本关系密切，可以按亲本的表现型选配。胡萝卜素、蛋白质含量与干物质含量呈负相关，蛋白质含量与胡萝卜素之间表现显著正相关。

育种目标　随着甘薯在农业生产中的地位、用途和发展方向的改变，育种目标亦相应不同。中国在20世纪50～60年代，甘薯主产区将甘薯主要作食用，以选育薯干高产，适应性广、抗病虫的食用品种为主要目标。80年代以后，甘薯作粮食用的比重下降，综合利用发展，也相应地改为以高淀粉、高产、作工业原

料为目标，在增加经济作物和养殖业的比重后，要求选育营养价值高，品质优的食用品种和粗蛋白质、胡萝卜素含量高及蔓、薯均高产的饲用品种。

亚洲及太平洋地区的有些国家认为最需要改良的性状是食用品质和营养成分；其次是抗蚁象性；第三是高产和外观整齐度及早熟性。日本50年代以后以选育淀粉含量高的工业用品种为主。为了节省栽培用工，提高劳动生产率，还进行直播品种的选育。

育种途径与方法 引种可直接为生产利用，也是杂交亲本资源，为长期以来甘薯育种的有效途径；选择优良的芽变体也可育成新品种。但品种间杂交能出现性状的互补和超亲，给育种工作提供了丰富的材料，是国内外甘薯育种的主要途径。此外，通过自交和近亲交的自交系育种法能使亲本性状纯合程度提高，并累积高淀粉等加性性状基因，再通过异系间杂交，利用杂种优势恢复产量，也可以育成高淀粉又高产的品种

品种间杂交 甘薯品种间杂交的特点，是利用有性杂种第一代的优良株系，第二年进行无性繁殖保持其优良特性，而后进行特性鉴定比较。

诱导开花 在国内外很多地区因甘薯系短日照作物，很多品种不易开花，不利于杂交。诱导方法有：美国J．C．米勒（Miller，1937）最早采用割蔓结合棚架整枝，以后各地区还采用甘薯作接穗，用近缘植物作砧木进行嫁接、短日照处理、嫁接蒙导法和用激素处理等很多方法进行诱导开花。中国普遍采用嫁接后给以短日照处理，又称重复法。此法具有控制营养生长并满足短日照条件的双重作用。如不具备短日照处理条件的，改用优良的自然开花材料作为中间砧木嫁接，对难开花材料（接穗）进行蒙导，也能收到开花的效果。甘薯开花所需适宜温度为22～26℃，短日照时间每日以8～10小时为宜，处理时间因品种而异，一般需20～50天。

甘薯不亲和性 诱导开花后，甘薯自交和进行杂交授粉，经常出现结实率低或不结实的不亲和性问题。日本寺尾博于1934年最早发现甘薯品种间杂交时存在亲和与不亲和两种现象。把相互间杂交表现不亲和的品种划归一个杂交不亲和群，供试的51个品种归属A、B、C等3个杂交不亲和群，提出了群内品种间杂交不亲和、群间品种间杂交表现亲和的概念。根据这样的分群原则，日本繁村亲于1943年和藤濑一马于1955年根据各自的供试品种和研究结果分别提出在寺尾报道的基础上增加一个D群。印度尼西亚的A．C．范施内文（Van Schreren）曾于1953年把其供试的61个品种划归6个杂交不亲和群。1962年日本亲城长有等根据对113个品种相互杂交的亲和性反应划归5个杂交不亲和群。1973年坂本航对日本品种199个、改良品种524个及引进品种214个等共937个品种相互间杂交的亲和性反应，划出A－L等12个杂交不亲和群。在此基础上，1975年中西建夫和小林仁又发现了M和N两个新的杂交不亲和群，共成为14个群。1979年中西建夫和小林仁通过广泛收集包括亚洲、南美洲及日本等地区的品种共707个，进行了相互间杂交亲和性反应的研究，划出16个杂交不亲和群。他们还发现甘薯品种杂交不亲和群的分布有地域性。

在对甘薯近缘植物的杂交不亲和性研究中，也发现类似甘薯的现象。1962年日本西山市三等对三浅裂野牵牛 *I. frifida* (H. B. K.) G. Dm 和1968年美国F. W. 马丁(Martin) 对刺毛野牵牛*I. sefifera* Poir 的实生苗后代相互间杂交亲和性反应作了研究，前者划出7个杂交不亲和群，后者划出10个杂交不亲和群。

甘薯杂交不亲和群的测定主要用已知群别的品种来测定未知群别的品种，根据授粉后3～5天内子房膨大的情况测定组合的结实率和品种群别。

实生苗的培育与筛选 甘薯种子的种皮壁韧不易透气吸水，播种前要进行种子处理。少量种子一般用刀刻破种皮后用20～25℃水浸泡10～12小时。如大量种子则用浓硫酸浸种15～45分钟，用流水洗净后，在25～30℃条件下催芽，再播于温室或薄膜温床内培育成实生苗。

F_1杂种实生苗的筛选是能否育出新品种的关键。由两个无性系杂交产生的F_1实生苗株系之间性状差异很大，依据育种目标，结合主要性状的遗传特点和相关性进行筛选，入选的优良株系通过无性繁殖保持特性，再经过营养系选择和比较鉴定区域试验并通过审定合格，而成为一个新品种。F_1实生苗选拔分别在苗期和大田期进行。一般认为苗期选拔标准是细苗、弱苗、白化苗、畸形苗、病毒病苗均应淘汰。大田期选拔着重根据结薯习性、薯形、干率、皮肉色、抗病性等方面进行。

种间杂交 即利用近缘野生种与甘薯杂交，把它们具有的某些优良性状导入甘薯，从而培育成新品种。如日本利用三浅裂野牵牛与甘薯杂交育成的南丰新品种，具有高淀粉、抗线虫病、高产的特性。从此国内外甘薯育种工作者认为野生种作抗逆、抗病虫的抗源，利用价值大。

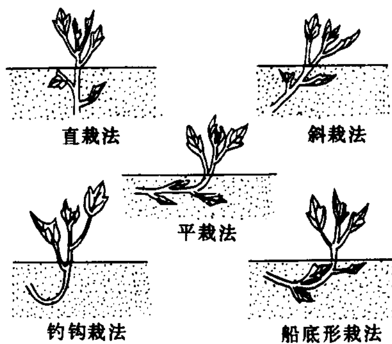
芽变体选择 甘薯分生组织芽原始体的细胞内发生突变，这种芽变产生的块根或植株称为芽变体。甘薯产生芽变体频率比较高，一般品种在0.07%以上，其中美国有一个品种戈德鲁希（Goldrush）竟高达9%的突变率。选择优良的芽变体通过无性繁殖，可以将变异遗传下去，而培育成一个新品种。芽变体可以自然产生，也可以利用辐射和化学物质处理块根和薯苗，产生人工诱变。美国的米勒（Miller）曾从普利茗中选出五个变异种，如改良普利、簇生普利等；中国科学院遗传研究所1964年从胜利百号芽变体中选出北京红，产

量和品质都优于胜利百号。广东省惠来县农民于1963年从浮山红中选出红顶叶的惠红早，是南方推广种之一。(叶彦复)

甘薯栽培（sweet potato culture） 根据甘薯块根形成、膨大规律和对环境条件的要求，在合理轮作、选用良种的基础上，为提高产量和改进品质所运用的综合农业技术措施。甘薯单位面积产量取决于株数、每株结薯数和薯重，为此栽培上应协调个体与群体、地上部与地下部之间的关系，促使植株向早发棵、早结薯、茎叶稳长、块根持续增大的高产长相发展，以达到高产稳产。

整地作垄 甘薯要求土壤肥沃、土层深厚且疏松，以利块根形成膨大。大田生产，大多采取垄作，极少平作。垄作的优点是：①加厚了土层，增加了土壤空隙度、容气率，不仅改善了通气性，而且吸热散热快，昼夜温差增大；②增加了土表面积，改善了匍匐生长茎叶下层透光条件，延长叶片功能期，减少黄叶、落叶率；③有利于排水和灌溉，少受涝渍或干旱影响。前作收获后及时进行耕翻晒垡，施足基肥，然后开沟作垄。作垄方式有人工深挖作垄、套耕法作垄、先作假垄后作真垄等。雨水多、地下水位高、地势低洼及排水不良容易遭受涝害的地区，宜作高垄，以利排水；雨水少、地下水位低、地势较高，容易遭受干旱的地区，宜作宽垄。垄的方向最好南北向，以便植株获得充足的阳光。丘陵坡地作垄的方向宜与等高线平行，以利蓄水、防止水土流失。

栽插 应选用壮苗。适时早插，可充分利用生育期，当10厘米深处的土温达到17～18℃时即可栽插。栽插方法有：①直栽法。一般采用长20厘米左右的秧苗垂直栽入垄土中。由于入土较深，只有少数节位分布在宜于结薯的表土层里，故每株结薯数少。但能吸收下层土壤水分和营养物质，提高耐旱、耐瘠能力，栽后成活率高，直插薯梗短，结薯集中，便于机械收获，适宜在干旱丘陵地区采用。②斜栽法。一般采用长20～25厘米的秧苗斜栽于垄土中。此法比直栽的入土节位多，单株结薯数稍多，靠近地面的节上结薯较大，下部节结薯小甚至不结薯。水肥条件中等的地方比较适用，故其使用范围较广。③平栽法。一般采用长20～30厘米的秧苗。栽插时顺垄向开浅沟，把苗平放在沟中，苗梢外露，盖土严实，使入土各节都能生根结薯。由于入土节数较多，栽插深浅一致，以致单株结薯数多而均匀，宜于水肥条件好的地方使用。此外，还有钓钩插和船底插法等（见图）。



甘薯栽插方法

栽插密度，水肥条件好的地宜稀，差的地宜密；生育期长的宜稀，短的宜密；早栽的宜稀，迟栽的宜密；长蔓品种宜稀，短蔓品种宜密；平插法宜稀，直插、斜插法宜密；饲料栽培宜密。一般生育期长的春、夏薯每公顷栽插4.5万～7.5万株；生育期短的夏、秋薯每公顷栽插6万～9万株；越冬薯栽插6万～7.5万株；饲料栽培的每公顷12万株左右为宜。

田间管理 甘薯单位面积产量高，每生产1吨块根要从土壤中吸收氮7.0千克，磷3.5千克，钾11.0千克。施用三要素比例一般为2:1:3。生育前期，氮的需要量大，后期钾的需要量大，磷较少。甘薯对水分的需要量大，每生产1吨块根需耗水300吨。根据甘薯需肥需水等特点和高产长相要求加强田间管理是增产的重要措施。

发根还苗期 秧苗栽插后至根系基本形成。当地上部新叶展开，50%以上植株展开新叶或长出腋芽时开始独立生长。春薯一般插后3～5天发根，10天左右还苗，夏秋薯1～3天发根，3～5天展开新叶还苗。这时期如发根快而多，就能促进茎叶早发，为形成块根奠定基础。应及时追施速效提苗肥，掌握小苗多施、大苗少施，以消灭大小株现象。结合中耕、除草和灌溉，防止受旱。

分枝结薯期 从抽出分枝到茎叶覆盖地面期间，地下形成块根雏形，结薯数基本稳定。此期春薯在栽后50～70天，夏秋薯在栽后40～50天。茎叶生长由慢转快，叶面积指数达1.5左右；块根伸长增粗、植株营养生长和养分积累同时进行，是决定产量的关键时期。在施足基肥的情况下宜看苗进行第二次追肥，人粪尿、尿素、饼肥、磷钾肥都可施用；基肥不足，垄土又较板结的，宜施夹边肥，一般在栽后40天左右施肥，把蔓理在垄上，先在垄的一侧，用犁剖开1/3，曝晒半天至一天，条施厩肥、堆肥、饼肥、绿肥等有机肥料，培土恢复原来垄形。然后在垄的另一侧，如上法进行。夹边肥用量视基肥多少而定，多的可达总施肥量的40～50%，少的约占1/3。追肥要结合保墒、中耕和除草，土壤最大持水量为60～70%，不足者应及时进行灌溉。不施夹边肥的更应重视中耕、除草，保持垄土疏松通气。

块根盛长期 从茎叶生长到达高峰期，叶面积指数逐渐增至3～5，功能叶片数达最高值，其后茎叶鲜重和叶面积指数逐渐下降，黄叶、落叶数随着增加，直

至收获　这一时期的生长从氮素代谢为主转为碳素代谢为主，蔓薯比例1:1时为转折时期，植株里的碳水化合物主要向块根运转贮存，使块根重量和干率不断提高，是决定块根产量的关键时期。要求茎叶健旺而不徒长，不早衰，垄土疏松通气，以利块根持续增大。在茎叶生长差，出现早衰的地块，应及时再追肥一次。最迟不晚于收获前一个半月，否则易引起茎叶贪青。在缺磷、钾地区，可进行根外追施过磷酸钙、磷酸二氢钾、草木灰等2～3次。土壤最大持水量，盛长前期为70%，中期为80%，后期为60%直到收获。叶面积指数2左右，蔓薯比值下降到0.5上下，薯块数多，产量高。

收获　甘薯块根无明显的成熟期，以当地平均气温下降到15℃，块根停止膨大时为收获适期，最晚不应低于12℃，过晚会使块根遭受低温冷害，降低品质和耐贮藏能力。先收早栽薯、种用薯，便于加工和保藏；后收迟栽薯、食用薯，有利增产和提高食用品质。收获方式有人工、畜力和机械三种。选择晴天收获，当天选薯入窖。

参考书目

盛家廉、袁宝忠：《甘薯栽培技术》，农业出版社，北京，1980。

（徐国光　袁宝忠）

甘薯种质资源（sweet potato germplasm resources）　包括地方品种、育成品种或品系、自然和人工诱导的芽变体和近缘野生种，它是甘薯育种的物质基础。由于甘薯系六倍体栽培作物，现有的品种都是杂种无性系，遗传基础为异型结合，因而异质性强，有性杂种实生苗分离大，在长期育种过程中保留了具有不同性状，并能将其突出优良特性遗传给后代的大批资源材料，有些材料具珍贵的特性，基因库很丰富。20世纪初，美国的波多黎哥和夏威夷州、日本的冲绳岛和中国台湾省先后开展了有性杂交育种工作，从此开始了有计划地从事资源的收集、保存和研究工作。

资源类别　一般按照育种目标对种质资源进行分类：

高产型　有美国的南瑞苕（Nancy Hall）、普利苕（Porto Rico）、百年薯（Centennial）、宝石种（Jewel），日本的冲绳100号、农林4号（Norin 4）、农林34号（Norin 34），中国的标心红、禹北白、蓬尾、华北52—45、徐薯18等，都具有高产遗传特性。

优质型　用于高淀粉亲本资源的有美国的塘鹅加工者（即L—4—5），日本的农林2号和金千贯，中国的栗子香、绵粉1号和满村香等；粗蛋白质含量高、适于饲用品种选育的亲本有美国的百年薯，日本的蔓千贯，中国的群力2号和台湾省的Hp—18等；适于作食品加工品种选育的亲本，侧重胡萝卜素含量高和薯形整齐的有美国的纳杰脱（Nagget）、坎迪（Kandee）和百年薯，日本的红小町，中国的华北166、胜南和台农64等。

抗逆型　具有根腐病抗源的材料在中国较多，徐薯18、小生种、白骨企龙等都是高抗型的；抗茎线虫病的多为中抗材料，如冲绳百号、三合薯、美国红等；抗黑斑病的有日本的黑不知、中国的52—45、小白藤和夹沟大紫等，但尚未发现免疫性抗源；抗茎腐病的抗源材料有美国的琼林（Julian）、戈德鲁斯（Goldrush），其中琼林具有突出的高抗特性；耐旱的亲本有华北117、铁丁番、高自1号、河北351、徐薯18等自交结实率达30～80%，是研究种子直播的优良材料；具有早熟遗传特性的材料，有宁薯1号、广济白皮、六十日早等，应用这些材料作母本能明显提高其早结薯的后代频率。

关于甘薯近缘野生植物资源，据日本学者西山1982年的报道称：在热带、温带地区已发现甘薯属的近缘野生植物有几百种。现只明确三浅裂野牵牛 *I. trifida* (H. B. K.) G. Don (2x、4x、6x)、白花野牵牛 *I. leucantha* Jacq.（2x）、海滨野牵牛 *I. littoralis* Blume（4x）和甘薯在系统发育上有密切相关。

收集保存　据D. L. 普鲁内特(Plucknert) 1983年报道，世界甘薯种质保存情况：美国1 250份、日本1 200份、印度尼西亚1 200份、秘鲁2 000份、亚洲蔬菜研究中心为427份。中国（包括台湾省）约计1 400份。此外还有尼日利亚国际热带农业研究所（IITA）保存有一定数量的资源，全世界总数约计8 000份左右。国际保存的分工是，由国际热带农业研究所负责种子和无性系材料的保存，由荷兰和美国格伦代尔植物病理研究所进行无性系的分生组织培养，以排除病毒。

1934年中国在南京中央农业实验所开始地方品种收集，至1957年共收集1 700份，经整理归并，至1984年，共保存为1 096份，其中地方品种589份、育成品种337份、引进品种134份、近缘野生种36份。中国是世界上甘薯种质资源重要的次生基因中心之一，保存种质资源的方法是采取冬季安全贮藏块根（见**甘薯贮藏**）。对某些因受生长条件影响而不结薯的资源材料，冬前移至温室保存。第二年对所有资源材料分别育苗和分区种植，在生育期和收获期进行性状的记载和鉴定。保存地点以山东、徐州和广州的科学研究单位为主，各省甘薯育种单位也同时分别保存。1984年以来，北京与四川省科学研究单位开始采用组织培养茎尖脱毒方法，在试管中保存。

利用　在20世纪20年代以前，主要利用芽变体进行选择育种，日本的蔓无源氏·红赤，美国的奥丽丝、橙色小蔓都是从芽变体选育出来的。在20～60年代，品种间杂交育种发展为育种的主要途径，此期间内育成的著名品种较多，如日本的冲绳100号（胜利百号）、护国、农林2号和金千贯，美国的澳洲黄、全金黄和宝

石等。70年代初以来日本—美国扩大收集了优质抗病新品系，引进国外具有特点的品种，进行多亲本的复合杂交，育成了一批新品种。与此同时利用近缘野生种进行种间杂交也收到了一定的成效。1972年日本以金千贯为母本，以三浅裂野牵牛育成的九州58作父本，杂交育成了用途广、抗病性强（抗根瘤线虫和根腐线虫）的南丰品种以来，甘薯近缘野生种的利用日益受到重视。

中国从16世纪到20世纪20年代曾选育出许多适应性强、结薯早、抗病、耐旱的多种多样地方品种，除在生产上直接应用外，也是育种应用的亲本材料。在20世纪40年代前后曾自国外引进几批品种资源，如日本的冲绳百号和美国的南瑞苕等，除直接用于生产并有显著增产作用外，也是中国40年代中期以来开展育种的主要亲本。加上利用中国大批地方品种资源，开展较大规模的品种间杂交育种，育成了100多个新品种，其推广面积至1984年达370万公顷。80年代又鉴定出一批高淀粉、高蛋白、富含维生素的亲本材料，还应用快中子诱变、Co^{60}辐射，成功地获得了一批高产抗黑斑病的新种质资源材料，为育种提供了新的基因源。

（盛家廉）

甘薯贮藏（storage of sweet potato） 从收获以后到供应生产和生活需要的甘薯保存技术。分为鲜薯贮藏和薯干贮藏两种。鲜薯贮藏是把收获的块根堆积在贮藏窖里，用控制温、湿度为主的措施，强制块根减缓生理活动进程，使之在冬季低温条件下，尽量减少体内营养物质的消耗，达到保持其鲜度和品质的目的。薯干贮藏就是把薯块切片或刨丝晒干，长期保存不使发生霉变。

贮藏期生理 鲜薯没有休眠期，收获后照常进行旺盛的呼吸作用。有氧呼吸时，块根吸收氧，把体内部分淀粉分解为糖，释放出二氧化碳、水和热能，呼吸热是贮藏期间的主要热源。呼吸强度与温度高低呈正相关关系，温度越高呼吸强度也越大。可是块根在9～15℃范围内，呼吸强度变化比较平稳，超过15℃则明显增强，低于9℃显著减弱。

甘薯块根在进行正常的生理活动中，部分淀粉转化成糖和糊精，贮藏期间淀粉含量减少，糖的含量增加，水的含量变化不大，块根里的原果胶质，有部分将变成水溶性果胶质，使薯肉组织松软。如果贮藏期内遇到较长时期的低温，可使部分水溶性果胶质转化为果胶质，使薯肉组织变硬产生硬心，蒸煮不烂。

贮藏窖 贮藏窖形式根据当地条件和习惯建窖。贮藏窖主要有三种：①井窖。系地面垂直挖井，再在井底横向挖贮藏室。冬季土窖愈深土温愈高，具体深度因地而异，以能保持窖温稳定在10～15℃为准。井窖深入地下，不易受外界气温影响，保温性较好，而且窖里湿度大，有利于保持甘薯鲜度，但管理不方便。适用于地下水位低、土质坚实的地方使用，是中国北方农村常用的窖（见图1）。②棚窖。有地下式和半地下式两种。在平地挖长方形或圆形坑，深度不超过2米，坑内四周围干草保温（见图2）。棚窖构造简单，适用于冬季气温不太低、土质松软、地下水位较高的地区。这类窖因为入地不深，窖里温度容易受气温变化的影响，不够稳定，保温性能较差。③屋窖。有地上式和半地下式两种。结构分砖、石和土三种。外形与普通房屋相似，为了提高窖体的防寒保温性能，须加厚墙壁和屋顶，前后墙设有通气窗，窖里分隔成若干个贮藏间（见图3）。屋内设有升温设备，可进行高温愈合处理。屋窖保温性能好，可以用人工调节温、湿度，有明显的防病效果，安全贮藏率可达到95%以上，是适用于中国薯区的贮藏窖（见图3）。其它还有山洞窖、拱形窖等，基本都是利用山岗高坡掘洞而成，与井窖构造相同。

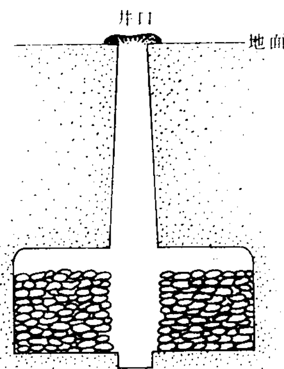


图 1 井窖断面

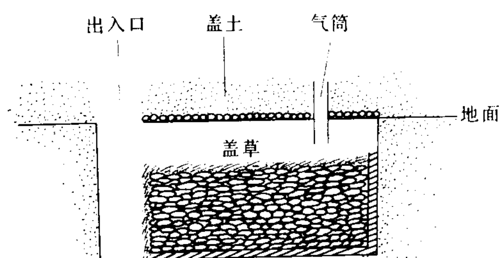
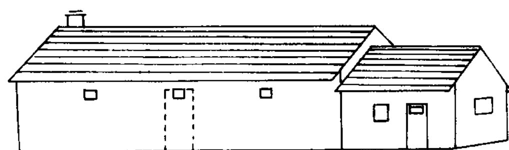


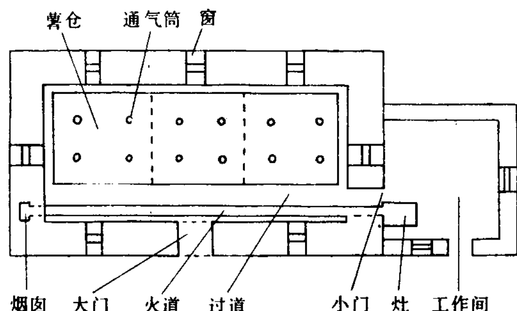
图 2 棚窖断面

薯窖管理 入窖前剔除带病、破伤薯，入窖时做到轻运、轻放。贮藏期间通过控制温、湿度，最大限度地降低呼吸强度，减少营养物质的消耗，使块根在整个贮藏期内处于"强迫休眠"状态，从而保持其鲜度。适宜的贮藏温度范围为10～15℃，相对湿度为85～90%。低于9℃的时间过长，就会发生冷害，轻者生活力降低，耐贮藏性减弱，重者组织褐变坏死；高于15℃薯块呼吸作用增强。湿度过低，薯块伤口不易愈合，从而增加病菌的感染机会。

高温高湿能促进薯块发芽，并易受病菌繁殖蔓延，造成大量腐烂；低温高湿，加重冷害程度。刚入窖的薯块呼吸作用较强，窖内温、湿度较高，应及时通风



（a）屋窖外形



（b）屋窖平面图

图 3 屋窖示意

排湿降温。贮藏期间应严格控制温、湿度，适当通风。

高温愈合处理　利用块根受机械损伤后，在适当的环境条件下，能自行愈合伤口的生理特点，采用适当提高温、湿度，从而加快伤薯愈合过程，保护机体不为病菌侵染而发生腐烂，达到安全贮藏的目的。

愈合组织的形成，首先是受伤表面数层细胞失水干缩，形状变长，它下面几层细胞的细胞壁加厚木栓化，再下面有一层细胞里的淀粉逐渐消失，并在此部位生出扁平细胞层，连续进行细胞分裂，最终形成愈合组织。愈合组织形成得快慢和它所处的温、湿度条件有密切关系。

高温愈合处理所用的温、湿度以及时间，各国不尽相同。美国使用温度是29.5℃，相对湿度85%，处理时间为10天；日本用32℃，相对湿度为90%，处理5～6天；中国采用温度为34～37℃，相对湿度85～90%，处理时间 4 天。这样做的结果，不仅加快伤口愈合速度，更能有效地防治甘薯黑斑病和软腐病的为害，其防治黑斑病效果可达到92%以上。高温愈合处理结束后，须进行通风散热，使窖里温度降到10～15℃，转入正常贮藏窖管理。

薯干贮藏　中国农村多采用手工操作自然曝晒的方法制作薯干。如阳光充足，阴雨天少，多采用切片晒干；阴雨天气较多，湿度大时，多采用刨丝或切成小薯块晾晒。制干用的甘薯应早收，在当地霜期到来以前，选择晴天边收获边切晒，防止晚秋气温过低或遇阴雨，影响薯干质量，甚至发生霉烂损失。

薯干吸湿性强，易受外界温度、湿度影响而发生霉变。入库贮藏时，按质量标准和干燥程度分别存放，薯干含水量不超过11%，温度控制在30℃以下，若超过需进行晾晒。　　（袁宝忠）

甘蔗（sugar cane）　禾本科甘蔗属作物，学名 *Saccharum* L.，多年生草本植物。是主要的糖料作物，其种植面积约占世界糖料作物的57%，产糖量占70%以上。甘蔗的生物产量比较高，也是一种可再生的能源植物。蔗茎脆嫩多汁、清甜可口的品种，适于作为新鲜水果，称为果蔗。蔗茎制糖后的副产物有蔗渣、废蜜、滤泥和田间残余物蔗梢、蔗叶等，是造纸、饲料、纺织、化工、食品和医药等的重要原料，又可作多种食用菌的培养料。

起源和栽培史　甘蔗起源主要有三种说法：其一，起源于中国。根据文献记载，中国是最早用文字记述甘蔗的国家。在公元前 3 世纪初，春秋战国时代的《楚辞・招魂》里就有甘蔗制品“柘浆”的记述，“柘”字是“蔗”字的古字；公元前 1 世纪，刘向的《杖铭》中载有“都蔗虽甘，殆不可杖”；公元 1 世纪，张衡《七辩》注云“沙糖柘蜜乃其等类，闽王遗高祖石蜜十斛……”。上述说明早于公元前 3 世纪，中国已用甘蔗制糖；1935年，H. И. 瓦维洛夫提出，世界栽培植物有八大起源中心，甘蔗的起源中心在中国。根据对有关甘蔗生理和形态构造等研究，证明割手密野生种 *S. spontaneum* L. 和中国栽培种 *S. sinense* Roxb. emend Jeswiet 最为古老。1974年，A. G. 亚历山大（Alexander）发表的蔗属品种光合活动光谱；1983年，周可涌等学者对甘蔗叶片光合膜面积的比较研究，均给予证明。其二，起源于印度。主要是根据公元前327年，亚历山大东侵印度时，他的随从执事记录：“看到当地人咬食一种稀奇芦苇，没有蜂的任何帮助会产生一种蜜。”而推论的。但当时当地尚无糖和甘蔗的名称。印度文称中国和糖是一个同义字，因为糖是由中国传到印度去的。其三，起源于伊里安。20世纪20年代E. W. 布朗蒂斯（Brandes）等人到伊里安内地探险，看到当地人栽培热带种甘蔗（*S. officinarum* L.）和自然生长的大量割手密野生蔗，并发现了大茎野生种（*S. robustum* Brandes et Jeswiet），推论甘蔗起源于伊里安。以后的研究认为，热带栽培种和大茎野生种是杂交和自然变异而来的，还是年轻植物。

中国是世界上植蔗制糖最早的国家，公元 3 世纪，曹丕的《感物赋》中记载：“掘中堂而为圃，植诸蔗于前庭，涉炎夏而既盛，迄凛秋而将衰”，说明了当时黄河流域甘蔗生长和栽培情况。公元 5 世纪末，陶弘景的《名医别录》一书中已有宿根蔗栽培和棉花套种甘蔗的记载。公元 6 世纪，贾思勰著《齐民要术》一书中已有关于甘蔗对土壤要求的记述。宋朝王灼的《糖霜谱》是世界上最早的专著，比较系统地记述了甘蔗的轮作、土

壤耕作、播种期、播种方法、施肥方法、田间管理及蔗种贮藏等一系列栽培技术。公元13世纪，元朝司农司编的《农桑辑要》，也较系统地记述了甘蔗的整畦、行播卧栽等技术。17世纪(明朝)宋应星的《天工开物》中载有"芽长一二寸，频以清粪水浇之……浇粪多少，视土地肥硗，长至一二尺，则将胡麻或芸薹枯浸和水灌，灌肥欲施行内。高二三尺，则用牛进行内耕之。"并对甘蔗制糖技术及其工具作了详细介绍和图解。

种蔗制糖在世界的传播 据日本人岛仓龙治著《冲绳一千年史》记述，公元754年，由唐朝鉴真和尚将制糖法传入日本；福建省泉州在唐朝时期已向外通商；宋朝已成为世界著名大商港，阿拉伯人来往最多，种蔗制糖技术可能即由福建省泉州传往中东，再经地中海传入意大利和西班牙；公元1490年哥伦布第二次去美洲时，将甘蔗带去并植于圣多明哥，以后逐渐传入美洲各国；南洋种蔗制糖，系由中国侨民传往；18世纪，遍及全世界。

蔗糖生产和贸易概况 全世界自37°N～35°S之间，均有甘蔗种植，以25°N～25°S之间最多。世界上有90多个国家或地区种蔗制糖。据联合国粮农组织统计，1984/1985榨季世界甘蔗收获面积为1 589.5万公顷，平均每公顷产原料蔗58.87吨，总产量为93 576.9万吨，产粗糖6 339.6万吨。主产国有巴西、印度、古巴、墨西哥、中国、巴基斯坦、美国、哥伦比亚、澳大利亚、菲律宾、南非、泰国、阿根廷、多米尼加和印度尼西亚等，年产蔗糖均在100万吨以上。平均每公顷产蔗在150吨以上的有伊朗、埃塞俄比亚和美国的夏威夷。这些国家或地区的甘蔗生长期都在一年半至两年。

中国在1840年(鸦片战争)前，产糖量居世界首位(包括甜菜糖)，是主要的出口国。1840年以后，降为世界五大产糖国之一。1894年(中日甲午战争)，日本侵占了中国的台湾省，中国成为食糖的进口国。1950年以后，蔗糖生产逐渐恢复。20世纪80年代初期，年产蔗糖约400多万吨。其中，大陆每年种植甘蔗约60万公顷，平均每公顷产蔗50吨左右，年产蔗糖300多万吨；台湾省通常种植甘蔗约10万公顷，平均每公顷产蔗80吨左右，年产蔗糖约80万吨。

中国蔗区主要分布在广东、台湾、广西、福建、四川、云南、江西、贵州、湖南、浙江、湖北等省(自治区)；西藏、安徽、江苏、河南、陕西、山东、河北、北京等省、市(自治区)也有少量种植。

中国是世界蔗糖贸易的先行者。福建省泉州可能在唐朝已有蔗糖出口。意大利人《马可·波罗游记》记载，他在旅途所经各地，于1275年到达中国，只在中国浙江省的杭州、福建省的福州和尤溪等地看到生产甘蔗，以及印度人来中国购买蔗糖的情况。明朝王世懋《闽部疏》有"泉漳之糖无日不走分水岭"的记载。明朝陈懋仁的《泉南杂志》载有"甘蔗秆小而长，居民磨以煮糖，泛海售商"。清朝《续文献通考》三百八十五卷引吴承洛《实业调查报告》说："19世纪中叶以前，中国所产蔗糖畅销国内外，即远如不列颠三岛，亦有华糖踪迹"。彭泽益编的《中国近代手工业史资料》也述到"广东省东莞以糖业为生的人，十居其四。白糖售于东西二洋，次白者售之四方"。生啖之果蔗，中国古书记载也很多，也是出口商品。

食糖(包括甜菜糖)是国际贸易的重要商品。主要出口国有古巴、法国、阿根廷、澳大利亚和菲律宾等。主要进口国有苏联、美国、中国、日本和英国等。据美国农业部1984年的农业统计资料，1980～1982年世界食糖每年总贸易量为2 729.3～3 063.5万吨。

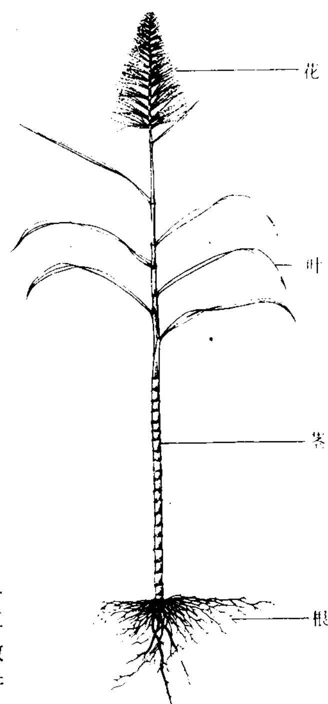


图 1 甘蔗植株形态

形态特征 甘蔗的植株在一定条件下生长锥可分化为有性生殖器官，出现孕穗、抽穗、开花乃至结实。一般株高3米左右，抽穗后可达4米以上(见图1)。

根 须根系。用子实播种的，先产生一条种根，或称初生根。生产上用蔗茎做种，由节上的根点产生种根，一般较纤细、寿命较短，也称临时根。从新蔗株基部节上的根点长出的根，称苗根或次生根，较粗壮，寿命长，也叫永久根。通常在幼苗长出3片真叶时发生(见图2)。宿根蔗芽由于原始叶较

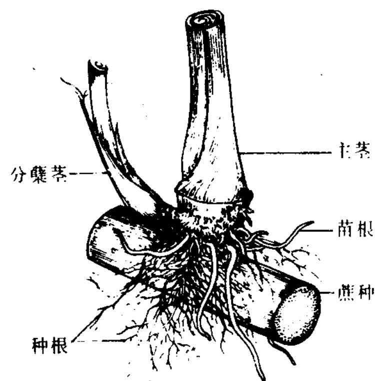


图 2 甘蔗种根和苗根

多，有的在出现真叶前就长出苗根。同一株上，从下部节产生的苗根比上部节产生的粗，节位越高的越细。苗根多分布在表土层30厘米左右处，分为表根、支持根和深根群（见图3）。表根分布于土壤表层，支根多，吸收力强；支持根与地面成45°～60°斜向下伸，支根较少，吸收力弱，主要是固定支撑蔗株；深根群是由许多条根扭成束，向下延伸，深可达5米左右，以吸收土壤深层的水分；地下水位高的田地，没有深根群。根的吸收能力与根毛的关系密切，根毛越多，吸收力越强，株龄6个月左右的蔗株，根毛最多。在田间相对湿度大、通气不良或遭受病虫为害时，有的品种地上部茎的根点也萌发成根，称之气根。

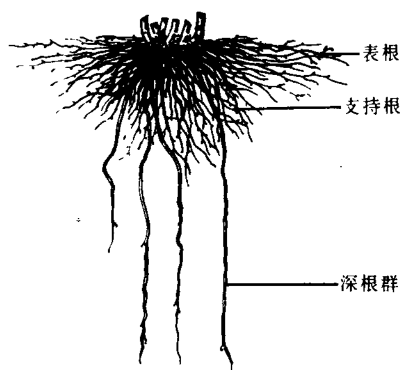


图 3 甘蔗的根系

茎 分主茎和分蘖茎。由原来蔗种上的芽萌发长成的茎，称为主茎；由主茎基部侧芽萌发长成的茎，称为第一次分蘖茎，从第一次分蘖茎长出的，称为第二次分蘖，其余类推。第二次以后的分蘖成茎者都很少（见图2）。

茎圆柱形或略带弯曲，由节和节间组成，实心，如绵心或空心是不良性状。蔗茎的伸长，是靠节数的增加和节间的伸长。茎的增粗，主要是靠茎部细胞体积增大，它开始于节间伸长之先，结束于节间伸长停止之后。各个节间的伸长，是自下而上按严格次序进行的。当某一节间正处在旺盛伸长增粗时，若遇到不良条件，这个节间的生长便受到抑制，当条件好转时，此节间的组织已老化，被上一节间的生长所轮替，以后成为正常节间之中嵌有不正常的短小节间。蔗茎上每个节与节间的生长，都受着生其上的叶所影响，直至叶鞘松开，节间外露，生长才停止。茎色自淡黄、绿色以至紫黑色，还有花条纹等。同一蔗茎，因受阳光照射的程度不同，色泽也不一样；照射程度大的，不但色泽加深，甚至原来绿色的也变为带红色。茎表面覆盖有表皮细胞的分泌物——蜡粉。每个节间上部有一圈较厚的蜡粉，称为蜡粉带。蜡粉被霉菌寄生后，成为黑色粉状物。节与节间相接处为分生组织，称之生长带或生长环；节间伸长即由其细胞分裂和长大而成。每节着生一芽，二芽以上的极少见。芽由芽鳞及其包被的原始叶和生长点组成，有尖三角形、卵形、倒卵形、五角形、菱形、圆形、椭圆形、长方形等，因品种而异。芽两侧有膜状芽翼，其宽窄、长短和位置高低可影响芽形。根点是根的原始体，中央色深，成行排列在生长带与叶痕之间，称为根带。根点排数多少、根带宽窄和形状与品种有关。节间的形状有圆筒形、腹胀形、细腰形、圆锥形、倒圆锥形和弯曲形等，是识别品种的根据之一。其长度和粗度也因品种而不同，但受生长期中环境的影响甚大。自芽底直至节间，有一条稍凹入的沟，称芽沟；节间表皮老化后，有时会出现不规则的小纵裂，称木栓裂缝，结合一起即成为木栓斑块；有的裂痕深入节间组织内部，并常延至生长带，称为生长裂缝或水裂，也都因品种而有差异（见图4）。

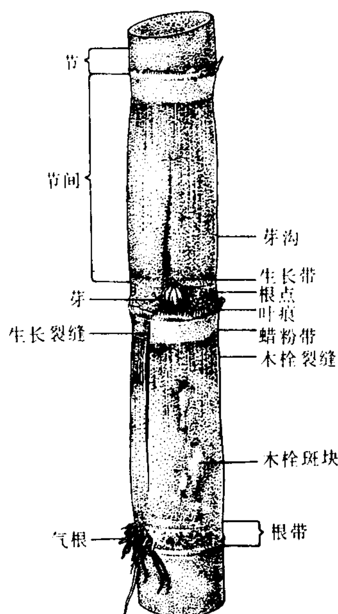
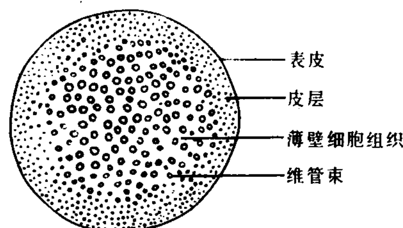
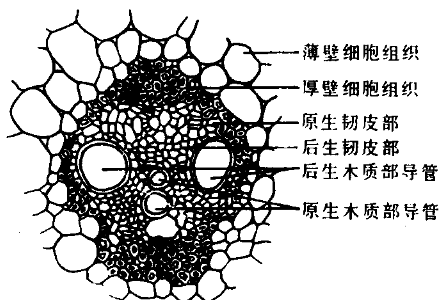


图 4 蔗茎形态

蔗茎内部主要为维管束和薄壁细胞。蔗糖即贮藏



维管束在蔗茎内的分布



节间横切面的一个维管束

图 5 蔗茎横切面

在薄壁细胞的液泡内。节间内的薄壁细胞多，维管束多呈纵向平行；节内薄壁细胞少，维管束多，且有分支，除一部分平行伸入上部节间外，大部分集中在芽和根点下，故节较硬，含水分和糖分少（见图5）。

叶　由叶片和叶鞘组成。每节一叶，互生在茎两侧。叶片表面粗糙，有硅细胞突出形成的刚毛，叶缘锯齿状，叶片宽度与节间粗细成正相关。孕穗后出现的止叶（或称剑叶、旗叶），叶片短而叶鞘特别长。叶鞘表面一般具蜡粉，有刺毛。叶鞘基部与节基部相连处有明显的隆起，称为叶节（叶鞘节）；与叶片相连处称叶环；叶环上有叶舌、叶耳、肥厚带等附属器官（见图6）。叶片姿态因肥厚带的大小、厚薄、形状和叶片中脉发达的程度，而成为疏散、弯散、斜集和挺直等。

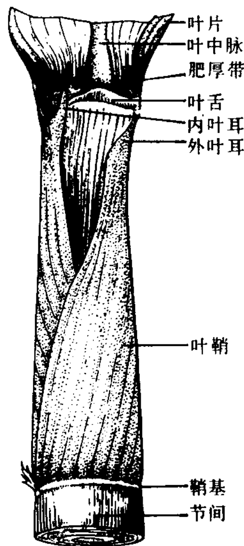


图6　蔗叶的形态

叶片内部有大、中、小三种维管束，维管束外有一圈排列整齐的大细胞，称为束鞘细胞，含有叶绿体，是甘蔗光合效能高的原因之一。束鞘细胞圈外为叶肉细胞。叶片的上表皮有巨型细胞（贮水细胞），吸水膨胀，使叶片开展，干燥时，失水收缩，使叶片卷缩（见图7）。

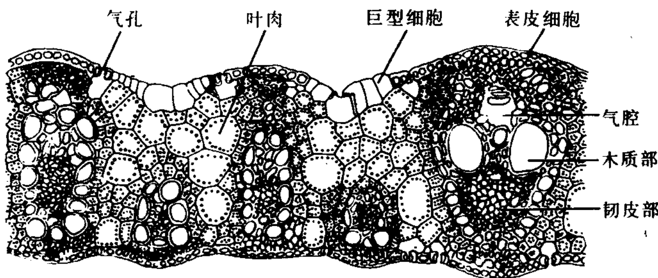


图7　蔗叶的横切面

花和子实　甘蔗花穗为复总状花序，由主轴、支轴、小支轴及小穗梗和小穗组成。每一小支轴节上着生两个小穗，上部小穗较小，有柄，下部小穗大，无柄。小穗基部有丝状毛。每个小穗由外护颖、内护颖、不孕外颖、孕内颖及小颖组成，通常小颖缺。花具三雄蕊，一雌蕊及二鳞片。子房单室，柱头分叉，羽毛状。花药深紫色者多。子实为颖果，成熟时呈棕色，长卵形，长约1.5毫米，宽约0.5毫米（见图8）。

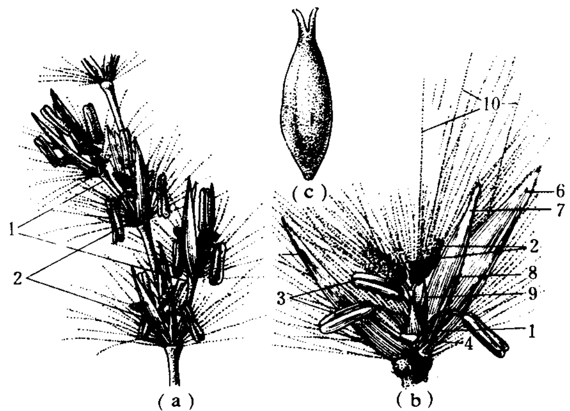


图8　甘蔗花和果实

(a) 花序的小穗着生：1. 有柄小穗；2. 无柄小穗
(b) 花的构造：1. 子房；2. 羽状柱头；3. 花药；4. 鳞被；5. 外护颖；6. 内护颖；7. 不孕外颖；8. 小颖；9. 颖基毛
(c) 成熟的子实

生长发育对外界条件的要求　甘蔗从播种到收获，可分为发芽期、成苗期、分蘖期、伸长期和工艺成熟期。以有性杂交育种为目的的还继续有生长锥分化直至种子成熟，即生理成熟期。各时期都有不同的内在生理生化过程，和对外界条件的不同要求。

温度　甘蔗的萌发生长以30℃左右为最适宜。种子发芽所需的最低温度为18℃，适宜温度为26～30℃。蔗节上的芽在13℃以上就能萌发，30～32℃为萌发的最适温度，超过40℃对萌发不利。蔗节上根点在10℃即可萌动，20～27℃最为适宜。幼苗需在15℃以上才能生长。土温高低对永久根发生迟早关系很密切。20℃以上才能发生分蘖。据研究，在30℃以内，根际温度与分蘖率成正相关。蔗茎伸长的最适温度为32℃左右，低于20℃，伸长缓慢；超过35℃，开始生长快，不久即缓慢下来；40℃还可进行微弱的光合作用。

光照　甘蔗为喜光作物，光饱和点高，光补偿点低。光照强度达10万勒克斯，光合强度仍未达最高峰，甚至有的品种光饱和点高达17.7万勒克斯。光补偿点在577～1 841勒克斯。光呼吸强度为0.07毫克（CO_2）/分米^2/小时，光呼吸消耗只占总光合产物的0.5%以下。CO_2补偿点低，光合效率一般可达50克/平方米/天以上（干物质）。光合作用对光谱的吸收范围较广，具有两个高峰，其一在蓝光区（波长480毫微米），其二在红光区（波长620～695毫微米）。光与开花关系密切，主要取决于光周期，即每天光和暗交替时间的长短。大多数品种花芽分化的引变日照长度为12～12.5小时，以后要求逐渐略微缩短。在花芽引变期（即在花芽分化之前诱导花芽分化的时期），虽然2勒克斯的光强就可影响光周期，但在进入引变光照的暗期之前和暗期之后都



要求强光照射，才能使开花激素正常形成，促进开花。生产上和育种上都可用人工加光或遮光或断夜（应用光处理来打断黑夜的作用）来促进或抑制甘蔗生殖生长。

水分　甘蔗植株高大，叶面积指数高，生长期长，需水比较多，但根系发达，可吸收深层水分，又较为抗旱。一般生产一千克蔗茎，耗水85.7～210.9千克，平均133千克，大约相当于每生产一份干物质，需水250份。全生育期对水分的要求为前期少、中期多、后期少。甘蔗的发芽力与蔗芽内的含水量成正相关。当蔗种内含水量低于50%时，发芽力明显降低。蔗种含水分70%左右虽可供发芽需要，但为了加快蔗种内物质转化，促进萌发，需要通过浸种来补充水分和进行蔗种内外水分交换。在湿润的环境中有利于发芽，尤其有利于长根。从成苗至分蘖期，叶面积指数逐渐增大，叶片蒸腾量增加，需水逐渐增多，在生长盛期以前，一般要求土壤最大持水量达70%为宜，低于65%或高于80%均不利于生长。若田间积水，土壤通气不良，会使叶片变色，生长受阻，乃至腐烂死亡。伸长期是甘蔗最旺盛时期，耗水量占全生育期的50～60%。须经常保持土壤最大持水量在80～90%之间。工艺成熟期，通常以保持土壤最大持水量的60～70%为宜。适度干燥凉爽和充足的光照，有利于蔗糖分的合成和积累。生长盛期和花芽引变光照期（某地处在12～12.5小时日长的那段时间）的雨水多，即开花也较多；水分不足，不但影响开花激素的形成，而且阻碍开花激素及其与开花有关物质的运输。

空气　甘蔗光合作用强，所需CO_2较多，当CO_2浓度由0.03%提高到0.06%时，其光合强度可提高50%左右。加强蔗田通风对提高叶层的CO_2浓度是有效的。而且甘蔗的CO_2补偿点低，当周围大气中所含CO_2低到5ppm时，仍可吸收利用。由土壤释放的CO_2，也能增加蔗田的CO_2浓度，其参与光合作用所产生的产物约占植株总光合产物的9～10%。根系好气，若土壤中氧气缺乏，根毛就少，吸收能力则差。一般，土壤氧气少于0.5%，蔗根的生长则严重受抑制并逐渐死亡。

养分　蔗株含碳、氧、氢、氮、磷、钾、钙、镁、硅、铜、铁、硫、锰、锌、硼、钼、氯等化学元素，其中碳、氢、氧占植株总鲜重的99%。蔗茎干物质约占总生物量的50～60%，梢部约占15%，蔗根残屑及绿叶约占25～35%。甘蔗根系对养分的吸收，以氮、磷、钾最多，钙、镁、硅其次。一般每吨原料蔗（包括叶片）约含N1.25～1.50千克；$P_2O_5$0.85千克；K_2O 3.5千克；CaO 0.95～1.10千克；MgO 0.50～0.75千克。微量元素需要量很少，但不可缺。甘蔗苗期吸收氮肥少，约占总吸收量的1%，分蘖期占6～7%以上。苗期和分蘖期吸收磷占3～4%，钾约占6%。生长盛期，吸收氮素占全生育期的50～60%，磷占70%以上，钾约占80%。工艺成熟期，吸收氮约占30%，磷20%，钾约15%。前期、中期吸收的磷、钾元素，可通过体内转移再利用，施肥应早，尤其是磷肥，其次是钾和氮。

土壤　甘蔗对土壤的适应性比较广泛，以粘壤土、壤土、砂壤土较好。当土壤含盐分在0.15～0.30%时，生长受抑制，达到0.35%以上即难以生长。土壤pH值在4.5～8.0范围内甘蔗都能生长，但以土壤pH值6.1～7.7为适宜。

参考书目

轻工部甘蔗糖业科学研究所、广东省农业科学院主编：《中国甘蔗栽培学》，农业出版社，北京，1985。

周可涌：《甘蔗栽培学》，科学出版社，北京，1957。

（周可涌　谢仙环）

甘蔗病害 (sugarcane diseases)

甘蔗病害有120种以上，其病原有真菌、细菌、病毒、线虫和寄生性种子植物等。中国已发现甘蔗病害有50多种，其中对生产影响较大的有凤梨病、眼斑病、黄斑病、鞭黑穗病、赤腐病、花叶病、宿根滞顿病等。

凤梨病 *Ceratocystis paradoxa*　中国各蔗区均有发生。贮藏期常因贮藏不当发生此病和黑腐病，造成烂窖。春植蔗蔗种未进行消毒，播种后若遇低温阴雨，此病常大发生，造成烂种死苗缺株。受害的蔗种或宿根蔗桩切口处变红，有凤梨（菠萝）香味，故称之。发病初期组织仍保持坚韧，其后切口处的组织变黑，内部组织变红。随着病程的进展，节间的薄壁组织逐渐败坏，呈煤黑色，最后节间内部的薄壁组织完全腐烂，蔗皮内仅剩下黑色发状的纤维和大量煤黑色的粉状物。病原菌的有性阶段和无性阶段，在中国的自然条件下均有发生。以菌丝体或厚垣孢子在土壤或病组织中越冬。厚垣孢子在土壤中存活期可达4年之久，在适宜条件下遇到寄主即萌发由伤口侵入；窖藏期通过接触传染，在田间通过气流、灌溉水、田鼠和昆虫携带传病。防治凤梨病应防止烂窖和烂种死苗。防止烂窖，主要采用适时收获，蔗种入窖前勿遭受霜冻，一般要求贮藏温度保持在8～12℃，湿度在85%左右为宜；防止烂种死苗，需选用无病蔗种，按浸种、消毒、催芽顺序处理。栽培措施，主要采取适时播种，地膜覆盖，防止低温，播种前后保证蔗田有适当的湿度，实行水旱轮作。

眼斑病 *Helminthosporium sacchari*　又称眼点病。在中国台湾、广东和云南省等局部地区曾严重发生，造成较大损失。主要为害甘蔗叶和蔗茎顶部。在叶片上为长梭形病斑，其长轴与叶脉平行，病斑中央褐色，周围有一草黄色狭窄晕圈，形似眼睛，故称。病斑继续延伸，形成与叶脉平行的坏死条斑，最后许多病斑相结合，叶片组织大面积枯死。感病品种在适于发病的条件下，嫩叶、嫩茎发病很快枯死，从而发生

梢腐，整块蔗园由正常绿色变成红褐色。病菌只产生分生孢子，在终年种蔗的地区，田间病株上的分生孢子是再侵染的主要菌源；分生孢子耐旱性强，能在叶片上渡过干旱季节，气候适宜时再萌发侵染甘蔗，病蔗残叶也会传病。分生孢子主要由气流传播。在气温20～28℃，相对湿度高时利于发病。品种间的抗病性差异明显，选用抗病品种是防治此病最经济有效的方法，同时要加强肥水管理，防止蔗田积水，增施磷、钾肥，避免偏施氮肥，可减轻发病。

黄斑病 *Cercospora koepkei* 又称赤斑病。是甘蔗叶斑病类中为害最大的病害。此病为害嫩叶，发病严重时远望蔗田呈现一片黄色，植株生长停滞，最显著的症状是在叶片上出现大小不一，病斑边缘不明显的黄色病斑而得名。黄斑出现后不久，病斑中央出现赤红色小点，并逐渐扩大，使整个叶片呈赤红色，又称赤斑病。通常黄斑与赤斑杂生；严重的全叶呈赤黄色，随后叶片未达成熟即枯萎死亡。病菌以菌丝体在病叶组织中越冬，当环境条件适宜时在病部产生分生孢子。选用抗病品种是最有效的防治措施。加强栽培管理，及时排除积水，注意氮、磷、钾合理配合，增强抗病能力，必要时可在叶片上进行药剂防治。甘蔗收获后，应清理病株残叶，就地烧毁。

鞭黑穗病 *Ustilago scitaminea* 又称黑穗病、黑粉病。中国各蔗区都有发生，竹蔗发生最严重，台糖134也普遍发病，尤其宿根蔗发病更重。主要症状为蔗茎的心叶伸长成一条黑色鞭状物（称黑穗鞭），长数厘米到数十厘米，短鞭直或稍弯曲，长则向下卷曲。黑穗鞭不分枝，内部为一条心柱，柱外面附着一层黑色厚壁的冬孢子层，孢子层外覆盖一层银白色薄膜（寄主的表皮组织）。随着冬孢子的成熟，薄膜破裂成网络状，尔后完全破裂，散发出黑粉状冬孢子随气流飘散，最后除基部外只剩下褐色的心柱。病菌的冬孢子近圆形，黑褐色，单胞，表面有细刺状突起，在中国台湾省曾发现这一病原菌有两个生理小种，其形态无甚区别，但致病力不同。此病初侵染源主要是带病的蔗种，还有感病的宿根蔗、带菌的土壤和受侵染的杂草。防治此病主要是选用抗病品种。在种植感病品种的情况下，实行一年以上的轮作，种植无病蔗种，并用热处理或药剂消毒种苗，以消灭蔗种上的病菌，及时拔除烧毁病株，病区不留宿根或减少宿根年限，增加新植蔗面积等。

赤腐病 *Physalospora tucumanensis* 是分布最广泛的甘蔗病害之一。中国台湾省曾因种植感病品种玫瑰竹蔗造成严重损失，其他蔗区也有发生，主要为害蔗茎及叶片的中脉，蔗茎受害初期，外部症状不明显，剖开蔗茎可见内部组织变红，在红色病部内杂有长圆形的横向白斑。赤腐病的赤斑可蔓延到蔗茎的多个节间，叶片受害后在中脉上初生红色小点，进而沿中脉伸长，成长条形赤斑，后期中央变成枯白色，并散生许多黑色小点，为病菌的分生孢子盘。病原菌的无性阶段是此病初侵染的主要菌源。典型的分生孢子为单胞、透明、新月形；分生孢子盘上生有暗褐色具隔膜的刚毛。有性阶段在台湾、福建省均有发现，但少见。病菌主要以分生孢子盘和菌丝体在枯叶、宿根或蔗渣中越冬，以分生孢子作初侵染和再侵染，多从螟害孔口和机械损伤处侵入蔗茎，由叶蝉造成的伤口侵入中脉。防治措施是利用抗病品种，选用无病蔗种，进行蔗种消毒，实行轮作，加强栽培管理，注意防治蔗螟和叶蝉等害虫。

花叶病 *Mosaic* 几乎分布于世界所有甘蔗产区。中国的台湾、福建、广东、广西、贵州、云南、四川、浙江和江西等省（自治区）均有发生。其病原为甘蔗花叶病毒Sugarcane mosaic virus Brandes，病毒的致病力分化为许多株系，不同地区株系不同，因此品种的抗病性可因地区不同而异。花叶病为系统性病害。叶片上症状明显，常有不规则的、纵向的褪绿花叶，颜色由浅绿至黄色或白色。症状因甘蔗品种或病毒株系不同而异。在叶鞘上的症状与叶片相似，但较不明显，有些感病品种在蔗茎上产生条纹或溃疡斑，发病蔗株矮化，分蘖减少。病毒主要由带病蔗种和数种蚜虫传播，属非持久性。机械摩擦也能传毒。潜育期6～30天，平均10天左右。病毒寄主除甘蔗外，还有玉米、高粱、谷子、大麦、小麦、黑麦和一些杂草。种和品种间的抗性差异显著。热带种高度感病，印度种和大茎野生种感病，中国种和割手密野生种高度抗病或免疫。苗期比成株期易感病，尤以二叶期为甚。高温和少雨天气有利于传病昆虫活动，能促进病害的传播蔓延。防治方法主要是选用抗病品种，或无病蔗种，防止砍种蔗刀传毒。加强栽培管理，及时清除田间杂草，控制介体昆虫迁飞活动，防止田间病害蔓延。

宿根矮化病 Ratoon stunting disease 也称滞顿病，此病最初在1944～1945年间发现于澳洲昆士兰Q28品种的宿根蔗上，随后遍及世界甘蔗产区。中国的台湾省曾造成严重损失。病株茎小矮化，生长停滞，宿根蔗尤甚。剖开成熟的蔗茎节部，维管束呈橙黄色，而幼茎节部组织则呈粉红色。其病原尚未定论，病原主要通过蔗种和机械接触传染。在防治上着重抓种苗检疫和选用抗病品种。 （张学博　谢联辉）

甘蔗测产 (yield estimation of sugarcane) 收获前对甘蔗产量和蔗糖糖分的估计测算。为安排榨季及其前后的工农业生产提供依据。

蔗产量估测 甘蔗产量分农业产量和工作产量。农业产量是全部蔗茎产量，工业产量是除留种外的原料蔗重量。单位面积产量是单位面积有效茎数与单茎重的乘积，方法是选择有代表性的田块，以对角线选



5点或三角形选3点，每点按顺序连续测量20～30株的株高和茎径。株高是从地表面至最高的可见肥厚带的高度；茎长为株高减去30厘米梢部的长度，但因地表下面还埋有相当长的蔗茎，故测产的蔗茎长度只以地表面至最高可见肥厚带的高度计算；茎径是地面上第5个节间中部的直径。同时测量各点的行距和调查在一定行长内株高1米以上的茎数，以计算单位面积有效茎数。然后按平均株高和茎径在田间选蔗茎2～3条称重，再乘以单位面积有效茎数，即为单位面积蔗产量。

蔗糖分估测　通过在田间锤度调查而推算蔗糖分，或通过观测蔗汁旋光度来计算蔗糖分。锤度调查，是在各调查点连续测量20株蔗茎上下部节间锤度的平均值。上部测量最上一枯黄叶所包的节间，下部是测量地表上第一个完整节间，取上下两部分的锤度平均值，或仅测蔗茎中部节间的锤度为代表。锤度是蔗汁中可溶性固形物的重量百分率，据多年台糖134的资料分析，采用的计算公式：

$$蔗糖分(\%)=1.0825\times平均锤度-7.703$$

式中　1.0825为甘蔗蔗糖分倚田间锤度的直线回归系数，7.703为历史经验常数。

这种直线回归系数和经验常数因品种、土壤、各年气候等不同，而差别较大，因此准确性较差。蔗糖是旋光性物质，所以是更准确的估测方法，是应用旋光仪观察蔗汁直接转光度和蔗汁转化转光度的二次旋光法，分别测定计算蔗汁中和蔗渣中蔗糖占蔗茎重量的百分率。二者之和即为甘蔗蔗糖分。原料蔗重与蔗糖分和平均收回率的乘积，即为产糖量。糖的收回率与蔗汁重力纯度和简纯度等品质指标关系甚密切。重力纯度是蔗汁固形物中蔗糖的重量百分率。

$$重力纯度=\frac{蔗糖分}{锤度}\times100$$

简纯度是蔗汁固形物中包括蔗糖分和非糖分在内的旋光性物质的重量百分率。

$$简纯度=\frac{转光度}{锤度}\times100$$

实际的产糖量高低，与制糖工艺的关系也甚密切。

（谢仙环）

甘蔗虫害 (insect pests of sugarcane)

据记载中国有360多种害虫为害甘蔗，其中以蔗螟、金龟子、甘蔗绵蚜、白蚁、甘蔗飞虱、甘蔗蓟马、粉介壳虫、甘蔗长椿等发生比较普遍。

甘蔗螟虫　蛀食甘蔗茎组织的鳞翅类昆虫，统称蔗螟。是蔗茎部最主要害虫，蔗螟幼虫侵入蔗苗破坏生长点，形成枯心苗。在甘蔗生长中后期蛀食蔗茎形成螟害节。甘蔗螟害也是风折茎和赤腐病的主要原因。同一蔗区通常有数种蔗螟同时存在。黄螟在广东、广西、福建、台湾省(自治区)为害甚烈。条螟和大螟的分布广泛。红尾白螟主要分布于广东、广西和台湾省(自治区)。台湾稻螟发生于广东和福建的沿海蔗区。

黄螟*Argyroploce schislistacena*　成虫暗灰黄色，前翅深褐色，斑纹复杂，在近中央处有似"Y"形黑纹。老龄幼虫淡黄色，体上密布小疣突，体长约20毫米。一年发生6～7个世代，温暖地区可以整年发生。雌蛾产卵200～500粒，卵散产，苗期多产于叶鞘外部，甘蔗生长中、后期也有产于蔗茎表面或叶片者。蚁螟从生长带、蔗芽或叶鞘间隙蛀入蔗茎组织，在根带形成蚯蚓状食痕，蛀食孔口常露虫粪。黄螟性喜潮湿环境，平原水田或沙洲地发生尤多。

二点螟*Chlilo infuscatellus*　成虫灰黄或褐色，前翅顶角较尖，翅面具有两个暗灰色斑点。幼虫体背具5条褐色或淡紫色的断续纵线，老龄幼虫体长25～30毫米。二点螟在中国蔗区从北到南世代递增，浙江省每年发生3～4代，海南省可以发生6代。成虫产卵于蔗株中下部叶片背面，卵块呈鱼鳞状有14～22粒。每一雌蛾产卵56～159粒。幼虫孵化后即爬行或吐丝悬挂，下垂分散，从近地面叶鞘处蛀入蔗茎。蛀入孔近圆形，周围不枯黄，无虫粪排出，茎内虫道直形，可跨节。二点螟喜干旱环境，丘陵地和春旱年份发生尤多。

条螟*Chilo venosatus*　成虫灰黄色，前翅翅脉明显，翅面具有一个小黑点。幼虫黄白色，体背有4条粗宽的紫色纵线，老龄幼虫体长28～30毫米。在中国各蔗区条螟的生活史很不一致，福建省一年发生3～4代，海南省可发生6～7代。成虫产卵于蔗叶表面，每一雌蛾平均产卵645粒。孵化幼虫有咬食卵壳的习性，早期幼虫有群集性，先在心叶取食叶肉，造成"花叶"，三龄后分散。在甘蔗生长中后期幼虫多数从上部心叶叶鞘间隙侵入蔗茎，常有数条幼虫侵害同一蔗茎。蛀入孔口较大，周缘有枯黄色晕圈，附近留有虫粪。蛀道直形，常有直角分支侧道，可以跨节。

红尾白螟*Tryporza intacta*　成虫全体纯白具有光泽。幼虫乳黄白色而肥大，胸足短小，腹足退化。老龄幼虫体长20～30毫米。广东省雷州半岛一年发生4～5代。每一雌蛾可产卵200～300粒，卵成块，以田边的卵块密度最大。蚁螟从心叶蛀食，造成蔗株侧芽萌发，状如扫帚，俗称"扫帚尾"。

螟虫发生与外界环境条件关系甚大。如冬季温暖干燥，则越冬蔗螟死亡率低，可增加翌年发生基数。如卵孵化期遇到多雨也能抑制自然种群；甘蔗连作和宿根有利于蔗螟的持续发生。加强甘蔗田间管理，适时剥叶，低砍收获，清洁蔗园等也有减轻螟害的作用；叶片狭直、蔗茎坚硬和纤维量多的甘蔗品种具有一定的耐虫或抗虫性能。蔗螟天敌如卵寄生蜂中的广赤眼蜂*Trichogramma evanescens*和拟澳洲赤眼蜂*T. confusum*在中国蔗区普遍存在。云南已发现寄生于大螟和

二点螟的大螟拟丛毛寄蝇*Sturmiopsium inferens*。福建和台湾省有红蚂蚁 *Tetramorium guineense*捕食蔗螟幼虫，使用高效杀虫剂处理蔗种，均有防治效果。性外激素及不育技术防治蔗螟已日益被重视。

蔗龟　幼虫称蛴螬。常见的金龟子有突背蔗龟 *Alissonotum impressicolle*、光背蔗龟*A.pauper*、大绿丽金龟 *Anomola cupripes*和浅棕鳃金龟 *Holotrichia ovata*等多种。在地下取食蔗根和蔗茎，造成死苗或蔗株黄萎，干旱季节，为害更大。成虫为硬壳甲虫，昼伏夜出，黄昏时刻最活跃，具假死性。成虫产卵于土壤中，一年发生1代。防治措施：以黑光灯诱杀或人工捕杀成虫；与稻、薯等类作物轮作，缩短宿根年限；灌水淹没蔗田三天以上，应用化学药剂或绿僵菌均有防治效果。

甘蔗绵蚜 *Ceratovacuna lanigera*　群集甘蔗叶背中肋两侧吸食汁液，使蔗叶提早枯黄，生长停滞，糖分降低，也影响宿根蔗发蔸。绵蚜排泄蜜露溅布叶面，诱致煤烟病。甘蔗绵蚜包括有翅型和无翅型两个类型。中国南方一年发生约20个世代。发生可分三个时期：发生始期，越冬的有翅绵蚜3月至6月迁向蔗田繁殖；大发生期，7月至11月蔗田绵蚜群落大量繁殖，为害最严重；越冬期，11月至翌年2月，有翅蚜出现，并迁移到越冬场所。干旱气候和通风不良，发生较严重。蔗作复杂，使绵蚜获得充足的食料和转移为害，有利其种群的发展。叶片宽、气孔大的品种受害严重。重要天敌有大突肩瓢虫 *Synonycha grandis*、亚非草蛉 *Chrysopa boninensis*等。防治措施：进行预测预报，消灭于零星发生阶段。在春季有翅蚜迁飞繁殖高峰前，消灭秋植蔗、宿根蔗笋和芒草上的越冬绵蚜以杜绝虫源。严重时使用药剂防治。

蔗叶蓟马 *Thrips serratus*　吸食蔗叶汁液，一年发生数代，成虫在甘蔗心叶组织内产卵，幼虫和成虫均隐蔽栖息于心叶或叶尖处，被害蔗叶呈现枯黄或叶尖卷缩不能展开。甘蔗前期生长缓慢，受害严重。加强田间管理或药剂有防治效果。

甘蔗飞虱　中国蔗区有甘蔗扁角飞虱 *Perkinsiella saccharicida*和蔗扁飞虱*Eoeurysa flavocapitata*，稻飞虱也为害甘蔗。甘蔗扁角飞虱有长翅型和短翅型两类，长翅型成虫产卵量少，约数十粒，而短翅型产卵约300粒。成虫产卵于叶片中脉、嫩茎及叶鞘组织内，产卵处外表留有产卵痕，并覆盖白色蜡状分泌物，常诱发赤腐病。当温湿度适宜、食料丰足时可出现短翅型成虫。重要天敌有卵寄生的缨小蜂(*Anagrus freguens*)，也可用药剂防治。

甘蔗粉蚧　中国蔗区有甘蔗红粉蚧 *Saccharicoccus sacchari* 和甘蔗灰粉蚧 *Dysmicoccus boninsis* 两种。均在叶鞘内蔗茎的节下部蜡粉带或嫩茎基部吸食汁液，受害严重者蔗汁制糖不易结晶。红粉蚧终年都有发生，雌虫孤雌生殖，产卵或产若虫，一生都在叶鞘内生活，喷药不易触杀，对内吸有机磷抗药性很强。防治上采用药剂严格处理蔗种。严重受害的蔗田不留宿根、不留蔗种。适时剥除蔗叶与叶鞘。

甘蔗长椿 *Cavelerius saccharivorus*　是一种全身近黑色的椿象。一年发生3～4个世代，每年5月至6月间的蔗苗受害最重，通过爬行或蔗种带虫带卵传播蔓延。可采用清洁蔗园，消灭越冬成虫和卵块。甘蔗苗期药剂处理，加强检疫防止传播。

白蚁蛀食蔗种和蔗茎，是丘陵旱地和新垦蔗区的重要苗期害虫，主要的种类有家白蚁*Coptotermes formosanus*、黑翅土白蚁*Odontotermes formosanus*和黄翅大白蚁 *Macrotermes barneyi* 等。此外，非洲蝼蛄、蔗根叩头虫、大蟋蟀、蔗根土天牛、蔗根蚜等在中国局部蔗区均有发现。　　（柳晶莹）

甘蔗良种加速繁殖 (propagation of improved sugarcane varieties)　甘蔗生产上采用无性繁殖，用种量大，繁殖系数低，一般只有3～5倍，用全茎做种的也只有7～8倍。因此，一个新品种育成后，要尽快在生产上推广利用，必须加速繁殖蔗种。

加速繁殖措施因蔗区繁殖期和繁殖材料而异。以繁殖期而言，最常用的有春植秋采和秋植春采两种方法。做种的蔗茎无须等到成熟，只要侧芽发育充分，便可采收利用，蔗茎利用率高，一般一年可以繁殖40倍以上。两种方法宜在冬季较温暖、霜冻较轻的地区采用，这样，春植的可以早下种，秋植的能安全越冬。

春植秋采法。春植时一般气温低，常遇干旱，甘蔗萌芽慢，于冬季或早春采用薄膜育苗，可提高发芽势和发芽率。春季及时移栽，可早生长、早分蘖，增加繁殖倍数。育苗地应选择土壤疏松、肥沃、靠近水源和繁殖田。蔗苗有2～4片真叶时即可移栽。移栽后要薄培土、勤施追肥、合理灌排水和及时防治病虫害；无需间苗、大培土和剥叶。

秋植春采法。秋季气温高，不必育苗移栽。秋植的下种期应兼顾春、秋两季繁殖量。如秋植太早下种，采种的春植蔗苗生长时间短，影响秋采的种量；下种太迟，又影响秋植蔗的繁殖量，甚至到翌年春季，蔗株还未拔节或拔节很少，采不到蔗种或采种量很少。具体下种期视各地的气候条件而定，中国华南蔗区，一般在7月底至8月初为宜。秋植蔗应注意做好越冬工作，适当多施有机质肥料，以增强抗旱抗寒能力。秋植蔗是螟虫、绵蚜及其他害虫越冬的场所，须及早防治。在不受气候条件限制的热带地区，只要有繁殖材料，周年可种可收，但应注意防治病虫为害。

以繁殖材料而言，加速繁殖的方法有离蘖繁殖、半茎或全茎做种、分蔸、组织培养等。

离蘖繁殖法。是切割分蘖另行栽植的繁殖方法。分

蘖长根后，把分蘖附近的土拨开，用利刀在分蘖基部与主茎连接处切开，取出分蘖，种在苗床上。苗床土壤须疏松、肥沃、潮湿，使分蘖苗迅速扎根。在气候条件许可范围内，可分期分批地不断进行离蘖繁殖。也可割去主茎生长点，促进分蘖，增加繁殖系数。但这种方法花工多，一般用于繁殖种量较少的珍贵品种。

半茎或全茎做种。生产上已有一定面积的甘蔗品种，需要加速繁殖时常用半茎做种。在育种过程中有特别突出的株系，或从外地引进有价值的少量材料，可采用全茎做种。各部位蔗芽因老嫩程度不同，要分别处理，下部较老的蔗芽浸种时间要比梢部多一倍；梢部含水分多，有时先晒后浸种，时间要短些。

分蔸做种。收获后及时挖出蔗蔸，去掉泥土和老根，选择有健壮蔗芽的蔗桩分开种植。此法在发生严重霜冻的年份，甘蔗地上部被冻坏时，所采用的有效办法。

组织培养繁殖法。采用幼嫩组织，通过培养基诱导愈伤组织，分化成蔗苗，繁殖系数比一般用蔗芽繁殖的可增加几百倍。但成本高昂，而且有的茎会变细，很少采用。 （薛其清）

甘蔗收获 (harvesting sugarcane) 通常指原料蔗收获。从广义讲也包括果蔗、种子收获和采种。收获标准和技术因收获物而异。

原料蔗指供糖厂制糖的蔗茎。当蔗茎上下部锤度为1∶1时，则达到工艺成熟期，蔗糖分含量最高，还原糖含量最低，蔗汁纯度最高，品质最佳，是理想的收获期。但由于受甘蔗品种，当年蔗量，糖厂设备和气候等因子影响，生产上实际收获有早有迟，一般在蔗茎上下部锤度达到0.9∶1.0即开始收获。

影响工艺成熟的因素很多。其一，因品种特性而异。早熟品种的蔗茎伸长停止较早，蔗糖分达高峰期也较早；晚熟品种的蔗茎伸长停止较迟，蔗糖分达高峰期也较迟。其二，因种植制度和植期而别，同一品种的宿根蔗前中期的生长速度比新植蔗同期快得多，也比新植蔗早进入工艺成熟期；新植蔗有秋植、冬植和春植蔗，依植期早晚有别，进入工艺成熟期的时间也不同。其三，依土壤水分和质地而不同。旱地通常肥力较差，甘蔗伸长后期容易受旱，蔗茎伸长较早停止，进入工艺成熟期也比水田甘蔗要早。同样，砂质地比粘质地较早地进入工艺成熟期。另外，甘蔗因抽穗开花，风折倒伏、冻害、病虫、干旱等灾害，都会促使蔗茎中的蔗糖分转化为还原糖，甚至产生空心、绵心，从而减少蔗茎产量。

在一个糖厂的蔗区内，通常是依据品种早晚熟为主，结合种植制度、植期和土壤水分，土壤质地等，科学安排砍收次序，即先砍收早熟品种，后砍收晚熟品种；同一品种，先砍收宿根蔗，后砍收新植蔗；先砍收旱地蔗，后砍收水田蔗；先砍收砂质地甘蔗，后砍收粘质地甘蔗。在异常情况下，如遇到抽穗开花、风折倒伏、冻害、病虫、干旱等灾害，应根据具体情况和轻重程度，应及时抢收。化学催熟的甘蔗，要按催熟时间计划砍收时间，否则侧芽萌发，蔗糖分转化为还原糖，会降低原料蔗品质。

收获方法，以提高收获率和减少夹杂率，提高劳动效率为原则。人工收获，通常要依次完成剥叶、砍倒、去梢去根、捆把、搬运等五道工序。人工收获效率比较低，但夹杂率比较低，容易做到低砍，收获率比较高；机械收获，通常先洒汽油烧毁蔗叶，接着机械收割、去杂质、装运。其收获效率较高，夹杂率也高，漏失较多，也不易做到低砍，收获率较低。而且大片烧毁蔗叶会严重污染环境。

原料蔗收获后应抓紧压榨制糖，堆积时间越长，蔗糖分损失越多，蔗茎干耗、霉烂造成的损失也越多，人工收获的原料蔗，如从收获到入厂压榨间隔时间超过3天，蔗糖分即明显降低。不能及时进厂压榨的原料蔗要采取遮盖防日晒增温和淋水防干耗等措施，以减少损失；机械收获的原料蔗，由于切口多，其蔗糖分也比人工收获的容易转化，更应随收随运随压榨连续作业。

不论人工或机械收获，留作宿根的蔗桩切口都须平整不裂，高度10厘米左右，以利蔗桩下部蔗芽生长；不留宿根则不必留蔗桩，尽量低砍以增加收获量。

（江鹤基）

甘蔗育种 (sugarcane breeding) 应用有性杂交、理化诱变、组织培养和引种等途径，经不同的选择程序，培育出高产高糖，抗逆性强，适应性广的甘蔗栽培品种的一项技术。选育优良的甘蔗品种，对提高单位面积的蔗产量，蔗糖分和产糖量，都有重要作用。世界各产蔗糖国都十分重视甘蔗的育种工作。20世纪80年代以来已有将甘蔗发展成再生能源植物的育种。

简史 人工进行甘蔗育种历史不长。W. 伦纳德(Leonard)在1840年发表的试验结果，还认为甘蔗不能结籽；A. 德堪多(De Candolle，1883年)《农艺植物的起源》上说：“在我所知道的，没有一个人叙述或描绘过甘蔗种子”。原始的栽培品种都是从自然变异中选择出来的。1851年美国夏威夷最先试行甘蔗有性杂交育种，因所用材料均为不孕亲本而失败。1858年巴巴多斯蔗农巴黎士(Parris)发现蔗田天然杂交实生苗，由于经济性状不如当地种，未被重视。1887年6月印度尼西亚爪哇人F. 苏特维岱（Soltwedel）发现割手密野生种能授粉结实，同年11月英国人J. B. 哈里森(Harrison)等也在巴巴多斯植物园观察到甘蔗的种子能发芽。“甘蔗不孕”的说法即从此被否定，甘蔗有性

杂交育种日渐开展。19世纪末印度尼西亚爪哇人派科柏斯(Kobus)赴印度时带回印度种"春尼"(Chunnee)，和当地热带种"黑车里本"(Black Cheribon)杂交成功，选育出抗萎缩病的POJ213等品种，使惨遭萎缩病为害的爪哇糖业得以复兴，开创甘蔗抗病育种的先例。印度的文卡特拉门(Venkatraman)紧接着育成包含甘蔗属三种（热带种、印度种、割手密）血缘的Co 281、Co 213和Co 290三个品种，是甘蔗种间杂交最成功的事例。1921年爪哇人J.杰斯维特(Jeswiet)总结前人经验，提出"高贵化育种"(Nobilization)理论，即用大茎、纤维含量低、糖分高的热带种和生长势旺盛但纤维含量高、糖分低的割手密野生种杂交，其杂种第一代卡苏·亚(Kassoer)与热带种两次回交，以削弱杂种的野生性，提高其含糖分，直至选育出高产高糖，抗病性强，适应性广而纤维含量适宜的POJ 2878、POJ 2725等5个优良品种。POJ2878和CO 290成为世界性的栽培品种，20世纪30年代以来最优良的亲本。美国、中国、印度、澳大利亚、毛里求斯和巴巴多斯等国家先后作为亲本育成大量适合各国生态环境条件的优良品种。中国台湾省育成的台糖134，自1957年以来在大陆推广至今，成为中国华南蔗区最主要的栽培品种和亲本。广东、广西、福建、云南、江西、四川和台湾等省（自治区）都设有专门的甘蔗研究机构，从事甘蔗新品种选育。

育种目标　种蔗的目的在于制糖，高产高糖是甘蔗的主要育种目标，同时也要求萌芽率高，早生快发，宿根性好，抗逆性强，适应性广、纯度高，压榨性能好等优良的农艺和工艺特性。由于各国生态环境、病虫害程度和耕作栽培技术差异很大，要求不尽相同。在高产高糖的前提下，温带地区冬季寒冷，甘蔗生长期短，早熟抗寒成为主要的育种目标；热带地区气温高，甘蔗生长期长，但病虫害严重、栽培甘蔗易开花，则宜选育抗病虫、不开花或难开花的品种；海岛和沿海国家，台风频临，抗倒伏为该地甘蔗育种的主要目标。随着世界能源的紧缺和生态环境的恶化，许多国家为解决能源问题，也寄希望于甘蔗成为再生能源植物，巴西已用之生产酒精，作为汽车燃料；美国路易斯安那和波多黎各已开始高生物产量甘蔗品种的选育工作。

育种途径

有性杂交育种　是甘蔗育种最主要的方法，各国绝大多数是通过有性杂交选育栽培品种。

亲本选配　要选育出适合生态环境和栽培技术以及制糖工艺的甘蔗品种，首先要根据育种目标选配亲本，即选用的亲本要具备育种目标的某些优良性状，并且遗传传递力强，使杂种后代具有双亲的优良性状，一般都选用优点多、缺点少、优缺点能互补的材料作亲本。杂交时由于双亲性细胞遗传物质的重新组合，杂交后代发生广泛分离，甚至出现超亲现象。不同亲本在不同组合中这种分离具有明显的差异，这些差异与亲本的遗传组成和基因作用的不同有关。有的亲本性状优异，但后代表现平平，有的亲本性状并不理想，但后代变异幅度大，可供选择的机会多。所以育种上特别重视采用血缘异质性大，配合力强的亲本。由于甘蔗是高度的杂合体，凡是有性繁殖后代都会发生分离。有时出现同一品种的不同植株，其染色体数目不同，同一植株的体细胞染色体数目也有不同，还发现有花粉里的染色体数也有不同。遗传背景的复杂性给亲本选配工作带来一定的盲目性。各国育种都在充分利用曾经产生过优良品种的亲本，选配生产性组合的同时，还利用种类繁多的种质资源进行试交，并研究亲本的遗传力和配合力，以指导亲本选配，从而提高育种效率。

控制开花　甘蔗为短日照作物。在北半球，大多在10月至11月开花，而南半球则多在5月至6月开花。在5°S～15°N的热带地区，甘蔗开花较普遍。在亚热带和温带地区甘蔗甚少开花或者根本不开花。所以在温带地区如南非、美国路易斯安那州都建立了光周期室、杂交温室等昂贵的育种设施，诱导亲本开花，而进行杂交。由于亲本之间对光照条件要求的不同，在自然环境中开花时间差异很大，有的亲本早在初秋开花，有的则迟至冬春开花。有的容易开花，有的则极难甚至不开花，所以在亚热带和热带地区也都设立光周期室来调节不同甘蔗亲本的花期进行杂交。人工诱导开花的技术主要是把生长三个节间以上的蔗株置于温度、水分适宜的光周期室内连续每天用12小时30分钟的暗期处理若干星期后，再采取每天减少一分钟的光期，使嫩叶形成开花激素，并在生长锥积累，促使花芽分化、孕穗、抽穗、开花。

杂交方式　主要有品种间杂交、种间或属间的远缘杂交、自交和混交等方式。

品种间杂交　各国普遍采用的一种方式。时间短，见效快，许多品种都是采用这种方式育成的。中国海南省甘蔗育种场自1955～1983年，先后为各省（自治区）做了736个杂交组合、近400万株实生苗，其中544个组合，365万株实生苗是品种间杂交，并选育出一些优良品种在蔗糖生产上起了作用。血缘较远的品种间杂交，遗传差异较大，后代的生活力一般较强，性状的变异幅度也较大，选育出新品种的可能性也大。如美国的CP系统和印度的CO_2系统中多数品种，含印度种血缘较重，表现耐寒、耐瘠、早熟、中细茎。如印度尼西亚爪哇的POJ系统品种，含热带种和爪哇割手密的血缘较多，表现大茎、丰产，适合肥水条件好的地区种植。这两类品种杂交，均选育出不少优良品种。许多育种者认为"世代前进"（是在原来优良生产品种为亲本的基础上，不断增加新"种"血缘，并利用野生种的第二、三代强化杂种，使杂种一代更比一代强）。育种程序是可取的，通过轮回杂交，把祖先的许多优

良性状集中在一个后代个体上，而尽可能把许多祖先的不良性状排除，即选择优良的后代作为亲本进行杂交，比老组合更能产生优良后代。美国路易斯安那州的高糖育种就是采用“世代前进”的育种程序，40年间更替了四代品种，把生长期仅九个月的甘蔗蔗糖分从8%提高到了12%。中国台湾省以著名品种NCO310为亲本，获得不少更为优良的栽培品种。

远缘杂交　包括属间杂交和种间杂交。属间杂交是用甘蔗属和其他近缘植物杂交。1927年印度尼西亚爪哇人林奇(Rumke)用热带种EK 28和蔗茅杂交获得成功；1953年印度人拉希华(Raghava)用割手密×蔗茅也获得有生命力的后代；中国芒属资源丰富，台湾省较早将芒属应用于甘蔗远缘杂交育种，1978年以来台南甘蔗育种场继续以13个芒属材料作父本，与7个做母本的商业栽培品种F146、NCO310等杂交获得1 838个F_1子代，其中72%像甘蔗，28%似芒，体细胞染色体$2n=70\sim100$，其农艺性状、宿根性和抗病性与甘蔗比较，均有不同的改进。种间杂交是指甘蔗属内几个种的杂交，经100多年来的实践证明有良好的效果，成为甘蔗育种的重要方法，已被各国广泛采用。由于野生种割手密分布广、种类多，与栽培品种的杂交后代变异相差很大，需要回交的世代亦不相同，但已普遍采用。用大茎野生种与栽培品种杂交，美国夏威夷、澳大利亚、中国台湾省等都在进行。

内交和自交　内交指同一品种不同植株的交配，自交指同一植株花粉落在柱头上受精结实。内交与自交均属甘蔗近亲繁殖，也是一种育种方式。近亲繁殖的后代一般表现糖分高而生长势弱。多利用自交S_1或S_2，在生活力减弱不明显的情况下，用两个优良自交后代进行杂交，从而选出较好的品种和亲本材料。巴巴多斯曾经提出先把甘蔗育成自交系，然后与其他亲本杂交来选育高糖品种，澳大利亚的Trojan品种是Korpi自交系×印度290育成的。

混交　亦称多父杂交，即用多个父本的花穗同时给一个母本花穗授粉，结出的籽实知其母而不知其父。这种方法最早在美国夏威夷提倡，其他国家已效法应用。混交的优点是节省人力，在短时间内能获得大量具有广泛遗传质的种子。

杂交方法　甘蔗花穗的小穗多且小，成熟期不一致，难以去雄，杂交时是选择花粉不育或花粉发育率低于5%的品种作母本，花粉量多而发育率在30%以上的品种作父本。最早的杂交方法是把父母本品种种在一起，任其自然授粉。继而改为开花期间，把父本茎切断，插于竹筒内，用水培养绑在母本旁让其杂交，需要经常更换新花穗。以后又改为包茎生根法，用湿苔藓和土壤混合物，包扎蔗茎中部二三个节，待节上根点长根后，从包扎处底下切断蔗茎，移植于母本旁，无需更换父本花穗。1924年美国夏威夷首创亚硫酸法，将带有2米长蔗茎的父母本花穗，保存在配制的亚硫酸混合液中，任其授粉。此法方便，效果也好，现已被大多数国家采用。20世纪80年代以后，美国路易斯安那州改用苔藓包茎，把包茎生根的杂交亲本切下，保存在杂交温室的水槽中，更经济有效地促进授粉结实。为了避免串粉，早期在田间和室外杂交时，都用纱布笼将父母本罩在一起，称之灯笼法。以后因杂交规模扩大，并移在室内进行，罩笼也扩大或改为间隔来防止串粉。甘蔗授粉后20～30天，种子即成熟，随小穗、枝梗脱落而飞散，因此杂交后两周除去罩笼，随即用有孔透气的硫酸纸袋套住母本花穗，并将袋口紧扎在花穗基部，避免种子散失。种子成熟后套袋约两周后切断花穗基部，连纸袋一并取下，放在干燥箱内，在32℃下烘干3天后取出，脱粒后把种子装在小纸袋内。甘蔗种子小，贮藏养分不多，易丧失发芽力，宜保存在放氯化钙的干燥器内，并控制在冰点温度以下，以延长种子生命力。一般是将花穗连纸袋悬挂在通风处阴干，即将小穗连茸毛脱下播种，或包扎寄送外地。

选择程序　甘蔗为高度杂合的异源多倍体，在自交或杂交第一代就分离。甘蔗育种上从F_1即开始选择，入选的优良个体即行无性繁殖，然后连续几代对无性系进行鉴定，逐代选优去劣，直至选出符合育种目标的新品种。由于无性繁殖未经性细胞的减数分裂，没有基因的分离和重组现象，杂种的遗传效应均可通过无性繁殖固定，这是甘蔗育种有利的一面。但是，甘蔗产量和品质的有关性状，如株高、茎粗、茎数、单茎重、锤度、蔗糖分等均属于多基因控制的数量性状，受环境的影响很大，造成后代选择上的困难较多。中国甘蔗有性杂交育种采用五圃制。杂交种子培育成实生苗，首先定植在杂种圃，选择的重点是淘汰病弱个体，以提高育种群体的素质，收获时入选约5%的优良个体；进入选种圃的无重复小区试验，根据产量与品质性状表现入选约10%单系；进入鉴定圃，这一世代的试验方法和目的与选种圃相同，只是小区面积增大，收获时同样选约10%；进入品种预试圃和品种比较圃，进行产量和品质的重复试验，最后将超过对照品种的新品种；提交区域试验，鉴定新品种在不同生态环境的适应性和试验相应的栽培技术；通过区域试验，表现优良的新品种即可组织示范和加速繁殖（见**甘蔗良种加速繁殖**）。按照五圃制选择程序，大致10年可选育一个甘蔗新品种。各国甘蔗育种的选择程序不尽相同，美国夏威夷每年选配3 000～4 000个组合，培育上百万株实生苗，采用丛植法，每穴丛植5～15株实生苗，生长8个月后，选择优良单茎，经几个月无性繁殖才编号进入选种圃，这种作法是利用生存竞争，淘汰大量实生苗，把选择重点放在中后期。澳大利亚从实生苗开始，就严格控制环境条件，在杂种圃每隔一定距离就种植对照种，每年入选17～20%的实生苗进入选

种圃，用大幅度入选实生苗的办法避免优良个体的漏选。美国路易斯安那州冬季多霜，实生苗当年不选，待越冬后第二年选择，自然淘汰不耐霜冻的个体。

诱变育种　20世纪50年代以来，利用辐射技术改良甘蔗的某些不良特性，选择合乎特殊需要的品种类型取得一些进展：①解决甘蔗开花问题。巴巴多斯用Co^{60}辐射处理生产上易开花的栽培品种，获得三个不抽穗开花的突变系，解决了生产上开花造成的糖分损失。澳大利亚用同样方法处理Tritan品种，使之不开花。②诱导甘蔗抗病突变体。印度用Co^{60}辐射处理易感染赤腐病的CO449，获得抗生理小种D的引变种CO6602。印度尼西亚以同样方法，从感染萎缩病的POJ3016中选出三个抗病突变体。③提高蔗糖分。印度采用Co^{60}处理早熟高糖品种CO429，获得蔗糖分超过原品种的三个品系，蔗糖分分别达16.90%、17.83%和18.29%。中国广东省和广西壮族自治区曾报道，通过辐射处理获得一些抗黄点病和高产的中间材料。

化学药剂如秋水仙碱等能使甘蔗体细胞染色体加倍。海南省甘蔗育种场用0.03%秋水仙碱敷甘蔗种芽24小时，使海蔗4号由蒲心变为实心、茎径变粗。

组织培养　利用甘蔗生长点及幼嫩的根、茎、叶组织，在培养基中诱导出愈伤组织，分化成完整的植株。1969年美国夏威夷最早从甘蔗愈伤组织中培养出完整的种苗，以后又从H50—7209的组织培养中获得亚无性系（2n＝50～183），从H39—7028中分离出高倍体（2n＞250），染色体数目的变异，导致形态和生理特性发生不同程度的变异。1970年澳大利亚用感染斐济病的品种Pindar（2n＝105）进行组织培养，育出抗病品系70—7和70—31（2n＞105），又通过组织培养从感叶烧病的Q63中分离出400个抗病变异系，从Q101分离出100个抗眼点病的变异系。自1977年以来中国广东、福建、广西等省（自治区），通过甘蔗组织培养，探索良种加速繁殖新途径。中国、美国和印度已开展甘蔗花粉培育高纯合的单倍体研究。

引种　是改良本地甘蔗品种迅速、经济而有效的途径。引种时应考虑原产地和引进地区的生态环境差异，了解品种的抗病性和适应性。20世纪40年代中国引进POJ 2878、CO290等品种代替古老竹蔗等栽培种；50年代广东、广西、福建、云南等省（自治区）引进推广F 134取代POJ2878等品种。台湾省于1952年引进NCO310，在季风强，又是沙土、排水不良的西海岸试种，经25个点新植与宿根两季试验，比原来品种F 108和POJ2725增产70%以上。三年间推广达15万公顷，成为当家品种和主要亲本。引种不慎往往带进检疫性病虫害，必须建立严格的检疫制度。

（陈如凯　林彦铨）

甘蔗栽培制度（cropping system of sugarcane）

为了充分利用蔗田不同时期的土地、空间、生态资源和社会经济条件，实行用地养地相结合，提高单位面积光能和土地利用率，增加经济效益，在一定的农业生态区内，以甘蔗为中心所采取的轮、间、套制度和种植方式，以及蔗田综合利用的技术措施。

蔗田轮作　甘蔗生长期长，需肥量大，长期连作易造成甘蔗所需的养分不足；土壤里蔗根分泌物和残体分解物的有毒物质增加；病、虫、草害严重。须与其他作物轮换种植。水田蔗区甘蔗主要与水稻、小麦、油菜、蚕豆、蔬菜等作物轮作。实行稻蔗轮作，除具有水旱轮作一般优点外，水稻可利用剩余养料和蔗根等有机残余物，土壤也较疏松，利于增产；水稻收获后，留在田里的稻根和稻秆，可增加土壤有机质和钾的含量，对甘蔗生长也有利。旱地蔗区甘蔗多与甘薯、大豆、花生、蔬菜等作物轮作。轮作周期长短，根据当地甘蔗种植面积比例、土壤肥力、病虫情况、生产水平和经济条件而定，一般甘蔗种植2～3年，其他作物种植1～2年。

蔗田间作　甘蔗生长期长，行距大，封行迟，下种或移栽后至封行约有2～3个月，利用这段时间，在行间种植其他短期作物，可增加复种指数，提高光能利用率，增加农作物产量，又可提早覆盖地面，改善蔗田生态环境，减少水分蒸发，防止杂草滋生。间作作物多采用大豆、花生、绿豆、番茄、黄瓜等。

蔗田套种　在前作物收获前，把甘蔗套种在前作物行间，可充分利用土地，延长甘蔗生长期。中国蔗田套种的方式有：在小麦、油菜、蚕豆、豌豆、蔬菜等冬作物中套种春植蔗；在早稻、春花生中套种夏植蔗；在晚稻、甘薯、秋花生中套种秋植蔗；在冬作物的蔬菜中套种冬植蔗。套种的甘蔗，下种太早，受前作物荫蔽的时间长；下种太迟又缩短了甘蔗生长期，对甘蔗生长都不利。因此套种制度已逐渐被育苗移栽所代替。

种植方式　甘蔗有新植和宿根两种（见**宿根蔗**）。

新植蔗　生产上利用蔗种种植的甘蔗称新植蔗。根据温度、雨水、台风等气候条件和前作物收获时间，按种植季节又分为春植蔗、秋植蔗、冬植蔗和夏植蔗。春植蔗是春季下种，生长期8月至12个月。当年冬季或翌年春季收获。中国主要蔗区处于亚热带和温带，普遍采用春植蔗。其发芽正值春季温度回升，生长盛期在6月至10月的强光、高温季节，有利于生长。成熟期又处在冷凉、干燥的冬季，有利于糖分积累。但下种季节有的蔗区遇低温阴雨，有的蔗区春旱，对发芽出苗不利。秋植蔗在8月至10月下种，翌年冬季收获。秋植蔗下种时温度高，发芽快，发芽率高，分蘖和伸长时间早又长，成熟也早，具有高产、高糖的优越性。但生长期长达一年半，土地利用率低，又是害虫越冬的场所，为害较严重。中国多数蔗区冬季有不同程度的霜



冻，所以采用秋植的较少。冬植蔗在12月至翌年1月下种，适合冬季没有严重霜冻的蔗区采用。冬植蔗可利用冬季土温比气温高和根点可在10℃以上萌发的特性，先长根，为翌年早生快发创造条件，又可减少蔗种贮藏。但在低温、干旱季节下种，发芽时间长，出土慢，发芽率低。夏植蔗是在6月前后下种，翌年3月至4月份压榨后期收获的甘蔗。下种时正是高温季节，发芽率高，分蘖多，但发芽期和苗期占用生长条件最好的时期，有效伸长期短，生长不足，产量低，压榨时蔗茎成熟度差，蔗糖分较低；主要用于做种，下部可供榨糖；采用极早熟品种和育苗移栽技术，蔗和糖的产量可明显增长。

蔗田培养食用菌　甘蔗生长中后期，蔗田小气候适于多种食用菌生长。利用蔗茎为柱搭架，以蔗叶为天然遮荫物，在叶层下部和架的四周用塑料薄膜围盖，成为一座临时的田间培养室。架上铺放培养料为菇床，栽培蘑菇。还可在蔗沟设架铺放或挂袋栽培黑木耳、凤尾菇、金针菇、猴头菇和香菇等食用菌。食用菌的培养料主要来自甘蔗的副产物。　　（薛其清）

甘蔗种质资源（sugarcane germplasm resources）　用于甘蔗育种的亲本材料，包括甘蔗属、近缘植物和栽培品种。美国的运河点(Canal Point)和印度的科恩拜陀(Coimbatora)甘蔗研究所，是世界较大的两个保存中心，各有5 000多份材料，中国保存有近3 000份，主要在广东、台湾、福建、云南等省。

甘蔗的种　甘蔗属里种的划分，历来争议较多。多数认为甘蔗属含有5～6个种，其中有2～3个栽培种，3个野生种。

热带种*S. officinarum* L.　2n=80，又称高贵种。起源于新几内亚等南太平洋诸岛。秆直立，高3～5米，茎粗3～5厘米，茎为绿色，淡黄色或紫色，常被蜡粉，蔗皮质脆，茎富含蔗汁，糖分高，纤维分低。芽有卵形、椭圆和圆形，芽翼发达。叶片宽而长，两面粗糙，中脉粗大，呈白色。叶鞘毛群发达。圆锥花序，穗长40～80厘米，白色，分枝纤细，小穗基盘微细、披白色绒毛，第一颖近纸质，第一外稃窄狭或缺，内稃小，抗逆性差，分蘖力弱，抗黑穗病、斐济病和霜霉病，但感染花叶病、赤腐病和根腐病等。热带种曾为糖蔗的重要品种，也是甘蔗育种最重要的种质资源。果蔗品种也大多为热带种。

中国种 *S. sinense* Roxb.　2n=116～118，主要分布在中国南部、印度北部和马来西亚一带。茎中等或细小，节间多呈圆锥形，硬而实心，茎色青铜、淡绿或灰紫色，蜡粉厚。芽长且大，超出生长带，芽翼毛群发达。叶片两面无毛，中脉发达，呈白色。花穗主轴具有白色细毛，无柄小穗披针形。第一颖先端稍钝，第二颖舟形，先端尖，第一外稃披针形，第二外稃线形。雄蕊大多不稔。分蘖力较强，耐旱耐瘠，糖分尚高，纤维分较多。适于制糖。对萎缩病免疫，抗根腐病和花叶病，易感黑穗病。竹蔗、芦蔗等品种在中国已栽培制糖达2 000多年。但在育种上利用尚不充分。夏威夷、巴巴多斯曾用中国种友巴(Uba)作亲本，育出若干栽培品种。

印度种*S. barberi* Jeswiet　2n=82～124，现已有甘蔗分类学家提出，应并入中国种。主要分布在印度恒河流域和中国南部。茎径1.0～1.5厘米，茎色灰绿、象牙色或深紫色，节间圆筒形，实心皮硬。芽小，卵形，着生于根带之上，芽与芽翼上着生硬毛。叶片狭而长，中脉不发达，成带状下垂。花穗分枝，少而下垂，花粉可育。分蘖多，宿根性好，糖分尚高，纤维多，耐旱耐瘠。抗萎缩病、流胶病、根腐病，但易感黑穗病和花叶病。已在育种上发挥作用，其中春尼(Chunnee)品种是爪哇、印度和中国育种的重要亲本，已选育出栽培品种。

割手密野生种*S. spontanum* L.　2n=40～128，其中以2n=64居多，又称甜根子草或小茎野生种。种类多，分布于8°S～40°N之间。中国华南、华中和西南地区海拔在2 460米以下的河旁溪边，山野坡地也有。具根茎，秆直立，高0.5至6.0米不等，茎粗一般2厘米以下。茎为绿色，蜡粉厚，大部分空心，组织木质化，少汁低糖，但在中国发现有锤度高达22度的类型。叶片细长而坚硬，叶鞘紧抱茎秆不脱落，叶片和叶鞘上毛刺较发达。芽三角形，着生于根带上部。圆锥花序，穗长20～30厘米，白色，小穗卵状，长约3毫米，基盆细小，第一外稃卵状，第二外稃细长，内稃甚小。生长势强，宿根性好，耐旱，耐寒，抗逆性强，对萎缩病、赤腐病、花叶病免疫，但易感斐济病、赤条病和霜霉病。割手密是重要的种质资源，1976年以来中国云南、广西、福建和广东等省（自治区）已采集到300多个割手密野生种材料。

大茎野生种*S. robustum* Brandes et Jeswiet　2n=60～120，又称伊里安野生种。主要分布在新几内亚、婆罗洲和新赫布里底等南太平洋岛屿。簇生，植株高大，有的达10米以上，直立或斜生。茎粗2～3厘米，节多，节间长11～13厘米，茎皮坚硬，节膨大，生长带突出，黄至红色。芽小，倒卵形。叶片挺直，中脉发达，叶片上毛少，边缘有齿。叶鞘粗毛发达。花穗大，分枝长，质脆。小穗花的第二外稃缺或萎缩。抗风力强，宿根性好，糖分低，纤维分多。易感花叶病、根腐病、斐济病和霜霉病。美国、澳大利亚和中国台湾省已利用大茎野生种作杂交亲本，选育出一些栽培品种。

肉质花穗野生种*S. edule* Hassk　2n=70～76，90～94，80等，又称食穗种。被认为是大茎野生种的突变种，分布局限在新几内亚和附近的岛屿。花穗退

化为肥厚肉质，形如玉米穗，包于叶鞘内，可供食用。植株较矮，茎粗约2.2厘米，茎青黄色或红色，节间纺锤形。牙为卵状三角形，多长毛。叶片和叶鞘多毛。该种在甘蔗育种上尚无利用。

近缘植物　甘蔗属的近缘植物很多，在中国主要有芒属 *Miscanthus*、河八王属 *Narenga*、蔗茅属 *Erianthus*，以及斑茅属 *Ripidium*。其中芒属与甘蔗属的属间杂交已在中国台湾省获得成功，选育出中间材料。

栽培品种 (cultivar)　现在生产上的栽培品种都为蔗属种间杂交种。根据蔗茎大小分为细茎种、中茎种、大茎种等。茎径1.5～2.0厘米的称细茎种，2.0～2.5厘米的称为中茎种，2.5～3.0厘米称中大茎种，3.0厘米以上的称大茎种。细茎种和中茎种分蘖力强，宿根性好，单位面积有效茎多，表现早熟、耐旱、耐瘠，适应性较广，稳产性好，是世界主要的栽培品种。中大茎和大茎种分蘖少，宿根性差，有效茎少，一般表现迟熟，抗逆性弱，适合于温暖季节长和水肥条件好的地区栽培。按照工艺成熟期，又可将栽培品种分为早熟种、中熟种和迟熟种(见**甘蔗收获**)。

（陈如凯　林彦铨）

甘蔗综合利用 (multiple utilization of sugar cane)

甘蔗除制糖和生吃外，还是很有发展前途的再生绿色新能源和其他工业原料、饲料等。每百吨原料甘蔗，一般可产原糖12.0吨左右，其副产品为蔗渣、滤泥、糖蜜、蔗梢及蔗叶等可进行综合利用，是提高经济效益的一项重要措施。

蔗渣　含纤维45～55%，多缩戊糖20～25%，木质素18～25%，可溶性固形物(主要是糖)2～6%。其用途：①造纸原料。②制造纤维板：1922年美国路州开始用蔗渣造纤维板。湿法造硬质板，干法制碎粒板，还能做绝缘板、中密度纤维板，蔗髓可做薄板。③医药用。蔗渣中的五碳糖酐，经酸水解后可制木糖醇，甜度似蔗糖，可用于牙膏中防止龋齿，还可供糖尿病者做甜味剂和大量用于制口香糖。④化工用。蔗髓可以做脱色炭、炸药。美国华伦丁(Valantin)糖业公司利用蔗渣中的木质素试制树脂，可用于制油漆和制模塑。蔗髓还可用水解法制糖醛。⑤食用菌等培养料。蔗髓经适当处理后，成为培养食用菌的重要配制物；蔗渣纤维用绿色木霉的纤维素酶将纤维酶解成单糖、双糖，可用来培养单细胞菌类。⑥作饲料。蔗髓加糖蜜(有的还加点尿素或硫酸铵)作为反刍类动物的饲料。⑦燃料。蔗渣的平均总热量为2.340千卡/千克，平均净热值为1.90千卡/千克。每100千克蔗渣(含水分49%)作为燃料大致相当于18千克的燃烧油，或28千克的烟煤，或55千克的干木柴所放出的热能。

糖蜜　是制砂糖分蜜时滤下的黑褐色很粘的液状物，含糖分50～60%，粗蛋白2.5～9%，还有0.25%左右(包括赖氨酸在内)的多种氨基酸及多种维生素。糖蜜的用途：①酿造酒精和饮用酒。②生产酵母、柠檬酸、丙酮丁酸、核苷酸、核酸等。③作饲料，糖蜜用作饲料更广泛，其每100千克的能量价值相当于87千克大麦。糖蜜在反刍动物胃中能刺激消化纤维的微生物，提高粗饲料(如秸秆)的消化效率，还可改善饲料的适口性，并防止粉状屑飞扬引起动物支气管炎，糖蜜与青贮饲料混合作配料，可适量直接喂饲。中国海南省用糖蜜、蔗渣养鹿。

滤泥　是蔗汁澄清的沉淀物，再经加压过滤后剩下的物质。干滤泥内含粗蛋白16%，粗脂肪10%，灰分5%，CaO4%，$P_2O_5$2.5%，纤维14%，水分11%。其用途：①可与糖蜜、鱼粉调配制成奶牛的精饲料。②提取蔗蜡，色泽浅的可作皮革油，黑色的可造复写纸的原料。

蔗梢　俗称蔗尾。据格罗斯(Gross, 1943)研究结果：蔗梢（干重）含粗蛋白质7.2%（而蔗茎只有0.588%），蔗梢汁可提取15种氨基酸，即苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙缬氨酸、胱氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、赖氨酸、精氨酸、苯丙氨酸等总含量计93.3克/16克氮(单位)，而蔗茎汁只含80.2克/16克氮(单位)。其用途：①用蔗梢养奶牛，奶多质优；中国台湾省糖业公司已用蔗梢制造高级饮料。

蔗叶　除作燃料、饲料、肥料和编织品外，处理后也是食用菌培养剂配制物之一。

（余启宗）

高赖氨酸玉米 (high lysine maize)

籽粒胚乳蛋白质中赖氨酸含量超过普通玉米含量60%的优质玉米。

1964年美国普渡(Purdue)大学的E. T. 麦茨(Mertz)等人，发表了奥帕克-2(opaque-2)玉米突变体胚乳中蛋白质和氨基酸的分析结果，表明其赖氨酸含量为每百克蛋白质中3.39克，比普通玉米的相应含量2.00克高出69%。这种玉米称为高赖氨酸玉米，和一般说的高蛋白玉米不同，这是针对蛋白质品质而言的，不是指蛋白质含量的多少。以后又在弗洛里-2(floury-2)和奥帕克-7(opaque-7)等胚乳突变体中发现同样高的赖氨酸含量。但由于其它农艺性状不如奥帕克-2而没有在生产上利用。因此，现在所称的高赖氨酸玉米仅指奥帕克-2一种而言。

赖氨酸对人和单胃动物是一种必需氨基酸，是影响生长发育的重要营养物质。蛋白质中赖氨酸含量的多少是衡量其品质优劣的重要指标之一。玉米籽粒中蛋白质含量约占10%，大部分存在于胚乳中。蛋白质是由氨基酸所组成，不同种类蛋白质中各种氨基酸所占的比例是不相同的，比如谷蛋白中的赖氨酸占3.6%，

而在醇溶蛋白中仅占0.3%。从下表结果看出，奥帕克-2玉米蛋白质中富含赖氨酸的谷蛋白、白蛋白和球蛋白占到总蛋白量的67.3%，而普通玉米中这三类蛋白质仅占总蛋白量的37.6%。相反，缺乏赖氨酸的醇溶蛋白在奥帕克-2玉米中占22.9%，而普通玉米中则高达55.1%。由此可见，奥帕克-2玉米中赖氨酸含量的增加，是由于醇溶蛋白的减少和谷蛋白、白蛋白及球蛋白含量的增加所致。

奥帕克-2与普通玉米中各种蛋白质含量(%)比较

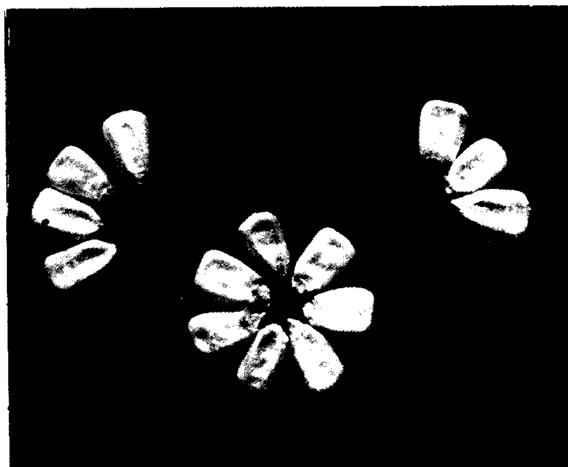
	醇溶蛋白	谷蛋白	白蛋白	球蛋白	其它蛋白
普通玉米	55.1	31.8	3.8	2.0	3.4
奥帕克-2玉米	22.9	50.1	12.1	5.1	4.5

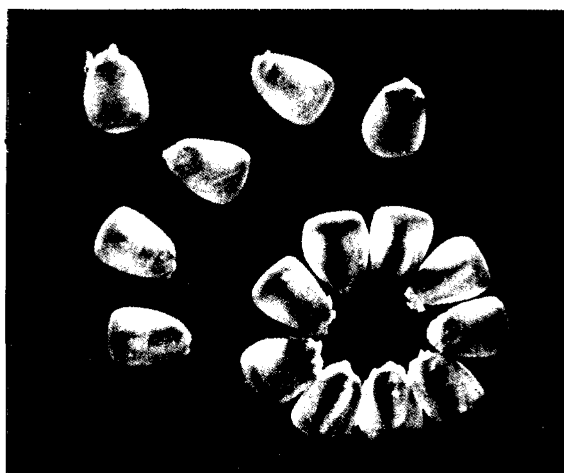
A. G. 伯拉地拉(Pradilla)对年龄5～6岁、体量14～16千克的6名儿童进行的营养研究表明，高赖氨酸玉米的蛋白质品质和牛奶蛋白质相同。对成年人来说，每人每天供给高赖氨酸玉米粉300克，可以维持人体氮代谢平衡，而食用普通玉米粉时则需600克才能满足这样的要求。高赖氨酸玉米籽粒中自由氨基酸含量也比普通玉米高，磨出的玉米粉质地细腻，食味香甜，是加工成食品的一种优质原料。

W. M. 比松(Beeson)用高赖氨酸玉米作了养猪试验，结果表明断奶猪喂以高赖氨酸玉米20天的日增重为喂用普通玉米的3.6倍；以饲养效果来说，喂用高赖氨酸玉米的猪每增加1千克体重需要3.32千克饲料，而喂以普通玉米则需要6.88千克饲料。另用育肥猪作了饲养试验，说明以高赖氨酸玉米喂养的比以普通玉米喂养的日增重高50%，前者的饲养效应与用普通玉米加大豆粉(含蛋白质达13%)的配合饲料水平相当。中国所做的养猪试验也证实了这种饲养效果，所用的配合饲料中玉米占80%，饲料的蛋白质水平为9%，对断奶猪饲养了3个月的结果是，喂高赖氨酸玉米的平均日增重为500克，喂普通玉米的日增重只有220克。

奥帕克-2突变体属单隐性基因遗传，已知位于第7染色体上。纯合奥帕克-2基因型的胚乳为粉质型，呈不透明状(见图)。这种玉米的主要缺点是干物质积累期较短，后期脱水较慢，籽粒容重偏低，容易感染穗粒腐病，籽粒产量一般比同型的普通玉米低5～10%。但是，可以利用修饰基因来改变奥帕克-2玉米胚乳的物理性状，选育硬质胚乳的高赖氨酸玉米，克服软质胚乳带来的不良农艺性状。

中国的高赖氨酸玉米育种是从70年代初期开始的，采用了回交转育的系谱选育等方法，将奥帕克-2基因转移到特定材料的玉米遗传背景上，选出高赖氨酸玉米自交系，再组配成杂交种。80年代初期育成的高赖氨酸玉米比普通玉米优良杂交种中单2号的产量低3～5%，但赖氨酸含量比普通玉米高一倍，达到0.45%以上。这些杂交种已开始大面积试种、示范。生产上





“奥帕克-2”玉米与普通玉米的籽粒
上边暗淡不透光的为“奥帕克-2”籽粒

种植高赖氨酸玉米，要与其它普通型玉米隔离400米的距离，如和其它玉米杂交，当代籽粒就会变成普通玉米的表型，从而失去了赖氨酸含量高的特点。

参考书目

CIMMYT-Purdue. *High Quality Protein Maize*, Dowden Hutchison and Ross, Inc. Strouds burg, Penn. 1975.

(石德权)

高粱 (sorghum)　禾本科高粱属中的一个栽培种，学名*Sorghum bicolor* (L.) Moench，一年生草本，是一种粮食作物和饲料作物。中国古名蜀黍，别名秫秫、芦穄、芦粟等。明代以后通称为高粱。蜀黍之名早见于公元3世纪的《博物志》。1548年的《本草纲目》列举出蜀秫、芦穄、芦粟、木稷、荻粱、高粱等作为蜀黍之释名，并且指出“按广雅荻粱、木稷也。盖此亦黍稷之类而高大如芦荻者。故俗有诸名”。

生产和分布　高粱是世界4大谷类作物之一。收获面积和总产仅次于小麦、水稻、玉米而居第四位。主要分布在亚洲、非洲和美洲。一般多种植在年降雨量500毫米以下的地区。栽培北限为50°15′N，纬度更高的地区粒用高粱籽粒不能成熟，仅有少数作为青饲料栽培。

20世纪70年代以来，世界高粱的收获面积4 650万公顷左右，面积最大的国家是印度，其次是美国、尼日利亚和中国。由于推广高产的杂交种，选用矮秆种，增施化学肥料，增加了种植密度，总产和单产都有明显的增加。1982年的世界高粱总产量为6 911.3万吨，比1974～1976年的6 022.3万吨增加了889.0万吨。平均公顷产量为1 447千克，比1974～1976年的1 264千克增加了11.4%。单产最高的国家有美国、墨西哥、阿根廷等国。平均公顷产量都在3 000千克以上（见表1）。

表 1　全世界及主产国高粱收获面积、总产量和单产

国别	1974～1976			1985		
	收获面积 (kha)	总产量 (kt)	单产 (kg/ha)	收获面积 (kha)	总产量 (kt)	单产 (kg/ha)
美国	5 892	17 678	3 000	6 747	28 260	4 189
印度	16 018	10 148	634	15 300	10 300	673
中国	4 550	8 584	1 887	2 405	6 835	2 843
尼日利亚	5 793	3 590	620	6 200	3 500	565
阿根廷	2 115	5 391	2 549	1 965	6 209	3 155
苏丹	2 530	1 907	754	5 127	4 271	833
也门	1 104	835	757	500	450	900
埃塞俄比亚	874	792	935	840	1 000	1 190
墨西哥	1 284	3 778	2 943	1 941	6 648	3 425
澳大利亚	518	1 029	1 985	710	1 371	1 932
全世界	47 646	60 223	1 264	50 191	77 452	1 543

高粱是中国主要农作物之一。主要分布在东北、华北地区。南方各省均属零星种植。20年代全国播种面积最多，1929年达938万公顷，总产量为13 940千吨，公顷平均产量1 400千克左右。30年代以后，播种面积明显减少，维持在400万～460万公顷，总产6 500千吨左右，单产也有所下降。50年代初期高粱生产又有恢复和发展，1952年全国播种面积达939万公顷，占全国农作物播种面积的7.5%，总产11 100千吨，平均公顷产量1 185千克。50年代中期以后农业生产条件逐步改善，玉米面积迅速扩大，高粱的播种面积逐步减少，1976年全国高粱播种面积为433万公顷，到1984年减少到245万公顷。

从70年代起，中国高粱生产技术不断改善，大面积推广了高产的杂交种，增加了单位面积种植株数和肥料的施用量，单位面积产量有了明显的提高。1985年全国平均公顷产量为3 150千克，相当于1952年的2.7倍（表2）。

表 2　1985年中国高粱主产省播种面积和产量

省份	播种面积 (kha)	总产量 (kt)	单位面积产量 (kg/ha)
黑龙江	293.1	1 005.0	3 427.5
吉林	276.0	990.0	3 585.0
辽宁	593.9	2 485.0	4 185.0
内蒙古	190.3	395.0	2 055.0
河北	264.2	605.0	2 280.5
山西	203.1	765.0	3 765.0
山东	114.7	225.0	2 222.0
河南	116.1	180.0	1 537.5
安徽	71.3	115.0	1 590.0
四川	99.7	375.0	3 765.0
全国统计	2 383.3	7 715.0	3 150.0

起源　多数学者认为高粱起源于非洲。1882年A.德堪多(De Candolle)指出，高粱系热带非洲原产，史前传入埃及，以后传入印度，然后至中国。1935年J. D. 斯诺顿(Snouden)采集到17种野生高粱，其中有16种分布在非洲。他所确定的31个栽培种，非洲占28种，158个变种中154个在非洲。斯诺顿认为，都拉、几内亚、卡佛尔三个族的高粱相近，并可能分别起源于野生的埃塞俄比亚高粱 *S. aethiopicum* (Hack) Rupr、类芦苇高粱 *S. arundinaceum* (Desv) Stapf和轮生花序高粱 *S. vertici lliflorum* (Steud) Sapy。多数学者认为，现代高粱的栽培种是原始的栽培种不止一次地与多个野生种杂交的结果。

1971年J. R. 哈兰(Harlan)提出，某些作物并不具有变异中心，属于热带的高粱，为无中心起源类型，它是在广大范围内为人们直接驯化而成。

关于中国高粱的起源，学者看法不一。德堪多和齐思和等人认为由国外传入，F.布莱特许奈得(Bretschneider)则队为起源于中国。中国现已发现两种野生高粱，一是高粱亚属的拟高粱 *S. propinquum*

(Kunth) Hitchc.，另一种是帕拉高粱亚属*Pare-sorghum*的光高粱*S. nitidum*(Vahl) Pers。中国高粱*S. bicolor* var. *kaoliang* 是否从这两种野生高粱演化而来，尚不够清楚。中国多次考古发掘出炭化高粱。从出土文物的地点和年代分析，早在3 000年前黄河流域等地已有高粱栽培。

分类　高粱种由无根状茎一年生栽培类型及其近缘野生类型组成。体细胞染色体数目为2n＝20。1978年J. M. J. 戴维特(De Wet)将种内分成3个亚种。①栽培亚种*S. bicolor* sp. *bicolor*，含28个变种，全部为栽培种；②裂秆亚种 *S. bicolor* sp. *drummondii*(sfeud) De Wet 含7个变种，包括粒用高粱与其近缘野生种杂交产生的稳定衍生系；③类芦苇亚种*S. bicolor* sp. *arundinaceum*(esv)De Wet et Harlan，含13个变种，包括粒用高粱的野生祖先。

1936年斯诺顿对栽培高粱曾作了详尽而明确的分类。在斯诺顿的分类中，中国高粱(Kaoliang)属有脉亚系*S. subseries* ner Vosa，亦称中国高粱群 (Kaoliang group)。1971年哈兰、戴维特对斯诺顿的分类进行简化。依据种子、小穗、花序的形态将高粱分为5个基本族和由5个基本族组合成的10个中间族。

（一）基本族(Basic races)

第一族	双色族(bicolor)	(B)
第二族	几内亚族(guinea)	(G)
第三族	顶尖族(caudatum)	(C)
第四族	卡佛尔族(kafir)	(K)
第五族	都拉族(durra)	(D)

（二）中间族(基本族之间的各种组合)

第六族	几内亚－双色族	(GB)
第七族	顶尖－双色族	(CB)
第八族	卡佛尔－双色族	(KB)
第九族	都拉－双色族	(DB)
第十族	几内亚－顶尖族	(GC)
第十一族	几内亚－卡佛尔族	(GK)
第十二族	几内亚－都拉族	(GD)
第十三族	卡佛尔－顶尖族	(KC)
第十四族	都拉－顶尖族	(DC)
第十五族	卡佛尔－都拉族	(KD)

形态特征　高粱为根系发达、茎叶粗壮繁茂、植株高大的作物。

根　属纤维状的须根系。种子萌发后，先长出一条种子根。幼苗长出3～4片叶以后，地下部茎节陆续长出许多次生不定根，入土深度一般可达140～170厘米，水平分布范围120厘米左右。拔节后地面1～3节长出粗壮的支持根，对高大的茎秆起着支持的作用(图1)。

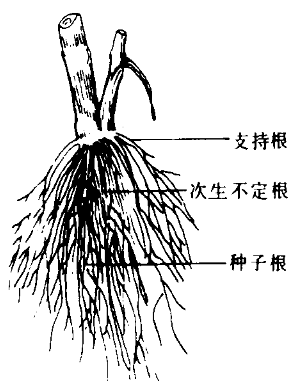


图1　高粱的根

茎　茎秆高大，一般为2.5～3.0米，也有0.5～1.0米的矮秆品种和5.0米的高大品种(图2)。茎由许多节构成，节数不等，地上可见节一般为10～20个，晚熟品种多，早熟品种少。各分蘖节常生有分蘖，有的品种在肥水充足的条件下，可产生4～6个分蘖。

叶　叶片狭长，披针形，有浅波状起伏。品种间叶数差异很大，一般为18～25片，早熟品种18片左右，特晚熟品种达30余片。叶片长一般为30～80厘米，宽4～10厘米。叶片中央有粗大的主脉，两侧布满许多与之相平行的细小侧脉。叶鞘紧紧包裹着茎秆，起着保护和支持茎秆的作用(图3)。大多数品种具有短小的叶舌。


图2　矮秆高粱和高秆高粱

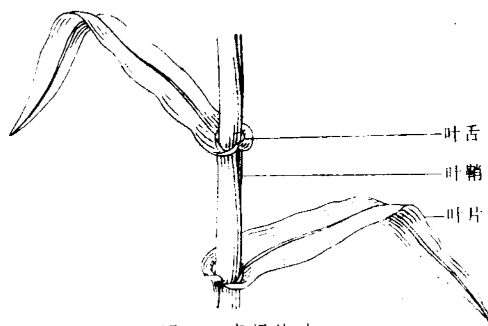


图3　高粱的叶

花序和花　穗为圆锥花序，着生于茎秆顶端，多

数品种穗柄向上直立，少数弯曲下垂。花序中央有一根主轴称为穗轴。穗轴长短因品种而异，从几厘米到几十厘米。穗轴上有数个乃至十个以上的节，每个节上环生若干个枝梗，称为一级分枝。一级分枝上又着生十多个二级分枝，一般在二级分枝上又着生三级分枝（图4）。在二级和三级分枝上着生一对或数对小穗。由于穗轴的长短和各级分枝的多少以及穗柄的直立或弯曲不同，构成了紧、中、散、弯、帚等多种穗型。

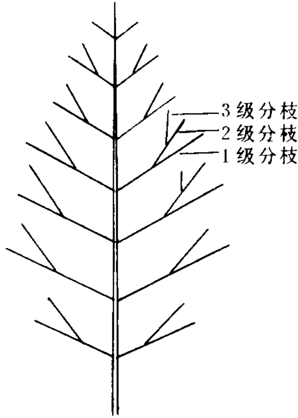


图 4 穗分枝示意

分枝上着生的小穗有无柄和有柄两种。无柄小穗为两性花。能结实，外有二枚颖片，分别称为外颖及内颖。颖内有三枚雄蕊，雄蕊下方有一雌蕊，由子房、花柱、柱头组成。大多数品种无柄小穗内的两枚小花中，下位花退化。有柄小穗为退化的不育小穗，只有雄蕊，没有雌蕊，不能结实（图5）。

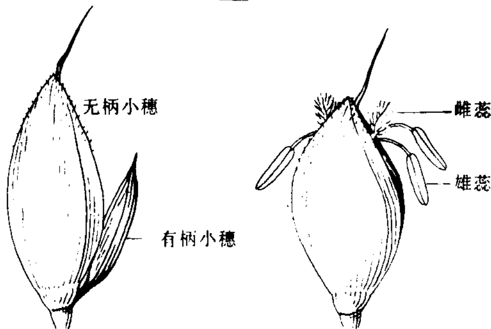


图 5 高粱的小穗

高粱开花是有规则地由穗的尖端自上而下开放。每穗开花一般约需6～9天。开花后雌雄蕊均伸出颖外，易接受它株花粉，天然杂交率一般为0～25%，故称为常异交作物。

子实　开花受精后的子房，发育成子实。成熟时，外面由颖片包裹着，其包被程度因品种而异，有的子实完全被颖片包被，有的大部分露出颖外（图6）。籽粒形状有圆形、椭圆形、卵形、长圆形。大小不一，大粒种千粒重达40克以上，小粒种一般在20克左右。子实由子实皮（果皮和种皮愈合而成）、胚、胚乳组成。子实皮呈红、褐、黄、白等色，包裹着胚、胚乳，起着保护作用。胚位于子实腹部下端，由盾片（子叶）、胚芽、胚轴、胚根组成。胚芽在适宜条件下发芽，发育成主茎和叶片。胚的下端为胚根，发育成种子根。胚轴发育为根茎。胚乳是子实贮存养分的场所。当胚萌发时，由胚乳供应所需的养分。


脱壳的籽粒


护颖包被着的籽粒

图 6 高粱的子实

生物学特性　高粱在长期的系统发育过程中形成了喜温、喜光，抗逆性强等特性。

高粱是喜温作物。生育最适温度为20～34℃。中国高粱由播种到成熟所需≥10℃日平均气温的有效积温，为980～2 200℃。种子发芽最低温度一般为8～10℃，最适温度为20～30℃。播种后连续低温（10℃以下）易造成坏种。穗分化期要求日平均气温一般为25～30℃。低于10℃就会阻碍小花的正常发育。花粉母细胞减数分裂时低于13℃可导致雄性不育，整个生育期间低于16℃时，生长速度减慢，延迟抽穗和成熟。

高粱是短日性喜光作物。拔节前在短光照条件下能促进生殖生长，提前抽穗开花。J. D. 卡得尔(Caddel)、D. E. 威伯尔 (Weibel) 1971、1972年研究，高粱日龄15天左右的幼苗是光周期的敏感期，临界光周期约为12～13小时。光周期受温度的制约，温度高所需时间短，温度低所需时间长。不同品种由于原产地温光条件差异，形成了对温光反应不同的特性，有的反应迟钝，有的反应敏感。高粱属碳4植物，光呼吸低，光合效率高，单位叶面积固定二氧化碳的能力高于碳3植物。强光对生长发育极为有利，即使在100千勒克斯的自然光强光下，也看不到光饱和现象。

高粱抗逆性强。单位面积耗水量和蒸腾系数均低于玉米。根系发达，入土深，能充分利用土壤蓄水和土壤深层水分。茎秆和叶片角质化程度高，并覆有蜡质层，能阻止水分的散失。严重干旱时，气孔关闭，叶片向内卷曲，代谢接近停止，呈休眠状态。一旦遇水又能迅速恢复其正常功能。同时能忍受大气干旱和高温，在40℃高温的条件下，仍具有光合能力。生育后期耐涝性强，孕穗以后次生根和叶鞘皮层形成了发达的通气组织，可贮藏空气，有利于气体交换。对土壤要求不严格，在瘠薄土壤种植，也可获得一定的产量。耐盐碱能力强，当土壤含盐量在0.3%以下时，发芽出土不受影响，孕穗后土壤含盐量在0.5%左右时，仍可正常生长。这些较强的抗逆性，使高粱在热量充足的干旱、半干旱以及瘠薄、盐碱地区能保持稳定的产量。

区划　根据中国高粱产区的气候土壤、栽培制度和种植品种的不同，全国大体可划分为4个种植区。

春播早熟区 位于中国北部，包括东北大平原的北部和中部，内蒙古自治区的东北部及南部，宁夏回族自治区的干旱区，河北、山西、陕西诸省的北部，甘肃省的陇中与河西走廊的大部，新疆天山北麓准噶尔盆地南缘以及西境的伊犁河谷地区。播种面积约占全国高粱总面积的28%。年平均气温较低。无霜期115～150天。年降水量一般100～700毫米。栽培制度为一年一熟。河西走廊和北疆地区多实行灌溉栽培，其它均为旱地种植。本区在早春或秋季，常受西伯利亚高压空气的侵袭，造成低温冷害威胁生产。种植的品种多为早熟类型，具有耐瘠、抗旱、适应性强的特点。但丰产性差，子实蛋白质含量低，种皮多为红褐色。单宁含量高。

春播晚熟区 为高粱的主产区，播种面积约占全国高粱总面积的37%，单产水平较高。主要包括辽宁、山西、陕西、甘肃诸省大部，宁夏的黄灌区，新疆维吾尔自治区的南疆与东疆盆地的绿洲地区。大部分属于温带半湿润气候，少部分地区气候干燥。年平均温度比春播早熟区高。无霜期160～250天。年降水量一般为500毫米左右，多集中于夏季。新疆部分属大陆性沙漠气候，降水量极少，吐鲁番盆地仅有16.2毫米，属典型的干燥气候区。栽培制度一年一熟。自然条件较好的局部地区也有采用早熟品种，在冬麦后茬复种或育苗移栽高粱。

春、夏兼播区 包括山东、河南、安徽、江苏、四川诸省的全部，河北、湖北两省的局部。由于地区较广，地形复杂，气候特征不一，既有海洋性气候，又有大陆性气候，也有高原气候特征。常年四季分明，夏季雨量充沛，秋季明朗，日照充足，自然条件较好。栽培制度为一年两熟或三熟制。播种面积约占全国高粱总面积的29%。

南方高粱区 包括长江以南诸省和台湾省。地域范围广、栽培面积小，仅占全国高粱总面积的6%。无霜期240～360天，年降水量1 000～1 200毫米。既有春播、夏播、秋播和冬播，也有育苗移栽或培育再生高粱。多在丘陵山地或田边，路旁零星种植。因穗螟危害严重，多种植散穗型品种。

营养成分 高粱子实含淀粉一般为60～70%，蛋白质10%左右，脂肪3～4%。蛋白质含量虽与多种粮食作物不相上下，但营养价值不高。高粱米中易消化的碱性蛋白含量低于大米和面粉，难消化的醇溶性蛋白含量却高于大米和面粉。高粱蛋白质的氨基酸组成也不平衡，亮氨酸含量过多，而赖氨酸、色氨酸等明显低于水稻、小麦等作物。高粱种皮和果皮中含有单宁(鞣酸)，为一种多酚有机化合物。它与蛋白质结合成一种不易为胃肠消化吸收的络合物，大大降低了高粱蛋白质的消化率。单宁味涩，影响适口性。不同品种单宁含量有很大差异，它与籽粒颜色有密切关系。白粒种含量少，一般在0.1%以下，颜色越深单宁含量越多，高的达1.0%以上。

用途 非洲各国、印度、巴基斯坦等国，高粱总产的一半作为食用。美洲、欧洲、大洋洲各国多以高粱籽粒作为饲料。美国98%的粒用高粱用于本国畜牧业并向非洲、日本出口，2%用于工业加工。

50年代初期高粱的籽粒是中国东北地区人民的主食。50年代末期以后由于水稻、小麦面积逐步扩大，高粱籽粒作为食用日趋减少，70年代末期大部分作为饲料。在配合饲料中添加一定数量的高粱籽粒，可以增加瘦肉比重，而且对防治牲畜肠道传染病有一定作用。以高粱籽粒作主料制白酒或酒精，已有悠久的历史。茅台、汾酒、竹叶青、泸州大曲等名酒，主要是以高粱为原料制成的。制酒过程中的副产品酒糟还含有一定的营养，是养猪的优良饲料。高粱籽粒还可制作淀粉、粉条、醋、酱油、味精等。

茎秆坚韧的中国高秆品种，是农村建造房屋、间壁、篱笆、棚架及编席的重要材料。也用于园田生产中的支架和防风障。茎秆的纤维质量好，在不生产芦苇的地方，是工业上造纸、隔音板、绝缘板和纤维板的补充原料。

高粱茎叶可青贮、青饲或作干草。畜牧业发达的国家，选择分蘖力和再生力强、生物产量高和茎内多汁的品种，分期播种，分期收获，作为青饲料。幼嫩的茎叶含蜀黍苷，牲畜食后在胃内形成有毒的氰氢酸，蜀黍苷含量多的品种不宜作青饲。

帚高粱的穗子脱粒后可制扫帚、炊帚。甜高粱的茎秆可榨制糖稀和熬制结晶糖(见**糖高粱**)。高粱米还可入药。李时珍在《本草纲目》一书中记载“高粱米气味甘涩温无毒”，籽粒和根可“涩胃肠、止霍乱”，“利小便、止喘”。

参考书目

Wall, W.W. and J.S. Ross, *Sorghum production and utilization* Pubulishing Company Inc Westport Connecticunt, 1970.

（李公德）

高粱病害（sorghum diseases）

生育期间高粱的叶片和穗部感染各种病菌，使高粱不能正常进行光合作用，影响生长发育，籽粒少不饱满，和使穗部没有籽粒，严重地影响了单位面积产量。高粱的病害主要有黑穗病和真菌性叶斑病，其次是细菌性叶斑病、病毒病。个别年份北方炭疽病也有发生。

黑穗病 真菌性病害，分布广泛，亚洲、非洲、欧洲、大洋洲、美洲的高粱产区均有发生，尤以非洲和亚洲较重。中国以华北和东北地区发生严重。丝黑穗病、散黑穗病、坚黑穗病为害整个穗部，花黑穗病和长粒黑穗病，为害部分小穗或籽粒，只在局部地区为害。发病率一般为3～5%，个别重病田达70%以上。

丝黑穗病*Sphacelotheca reiliana* 病穗的颖壳、小穗轴及子实全部被病菌破坏，初期有灰白色膜包被，后期膜破，露出其中黑褐色粉末状的厚垣孢子和寄生组织残存的黑色细丝，病菌厚垣孢子主要在土壤和粪肥中越冬，成为第二年的侵染来源。

散黑穗病 *Sphacelotheca cruenta* 全穗的籽粒被害，而病穗的穗轴及分枝完整。病穗的子房被病菌破坏，形成大量黑色的厚垣孢子，外包灰白色膜，不久膜破，黑粉散落，露出黑色中柱。

坚黑穗病*Sphacelotheca sorghi* 通常全穗发病，子房被破坏，充满一团黑粉，包有一层坚硬的灰白色膜。病粒呈椭圆形或圆锥形。病菌在收获脱粒时附着于种子表面。第二年播种后，种子发芽时病菌侵入幼苗生长锥，随植株生长侵染至穗部。

防治方法 对种子传病的散黑穗病及坚黑穗病等可采用药剂拌种为主的防治措施。对土壤传病的丝黑穗病则应采用综合防治措施。①药剂拌种。防治散黑穗病及坚黑穗病用克菌丹或公主岭霉素处理种子。防治丝黑穗病则用内吸性拌种剂萎锈灵、禾穗安、拌种双、粉锈宁等。还可兼治散黑穗病和坚黑穗病。②选用抗病杂交种和品种。世界高粱品种资源中，具有对各种黑穗病免疫和高抗的种质。免疫的品种多来自非洲的尼日利亚、乌干达、埃塞俄比亚等地。中国高粱也有免疫品种。利用免疫或高抗的种质，育成抗病的杂交种和品种，是控制黑穗病为害的有效措施。③在栽培措施上应采取三年轮作、施用腐熟好的农家肥、适时播种、及早拔除病株，也可以有效地控制为害。

真菌性叶斑病 主要有高粱炭疽病 *Colletotrichum graminicolum*、北方炭疽病 *Kabatiella zeae*、大斑病*Helminthosporium turcicum*、紫斑病 *Cercospora sorghi* 煤纹病 *Ramulispora sorghi*，紫轮病 *Ramulispora sorghicola*、豹纹病*Gloeocercospora sorghi*等。这些病害在各地都有不同程度的发生。品种间感病程度有很大差别，利用抗病种质，可以育成抗病强的杂交种和品种。在栽培上实行轮作，适时早播、适当施用氮肥。避免后期脱肥，可有效地减轻为害。病田秋翻、彻底清除田间病残组织，均可减轻为害。

为害高粱的病害还有细菌性叶斑病：条纹病 *Pseudomonas andropogoni*、斑点病 *Pseudomonas syringae*。病毒性的矮花叶病(scMV)。真菌侵染的纹枯病 *Pellicularia* spp.、麦角病*Claviceps* sp. 等。这些病害发生不普遍，为害轻，对生产影响甚微。

(王世义)

高粱虫害 (insect pests of sorghum)

由于节肢动物嚼食高粱不同器官或刺吸汁液，使根、茎、叶以及穗部受害，影响从土壤中吸收足够的营养、光合作用的进行和光合产物的运输。重者致死或不能抽穗，轻者生长发育不正常，籽粒少、不饱满，产量下降。为害高粱的害虫有30余种，其中普遍而严重的有蚜虫、玉米螟等。

地下害虫 苗期为害根部，引起生长不良或幼苗枯死，造成缺苗。主要害虫有蝼蛄、蛴螬、地老虎，咬断根部，影响幼苗生长或死亡。另外还有秋四脉绵蚜 *Tetranenura akinire*，刺吸幼嫩的初生根及次生根的汁液，严重时使根部变红褐而干枯。被害株生长衰弱，植株矮小，叶片枯黄。

苗期害虫 主要有高粱长椿象 *Dimorphopterus blissoidles*，刺吸幼苗汁液，影响苗期生育；高粱芒蝇 *Atherigona soccata*，为中国南方高粱苗期主要害虫，幼虫钻入心叶，咬断生长点，形成枯心苗。

食叶害虫 主要有粘虫、高粱舟蛾 *Dinara combusta*、高粱蚜 *Melanaphis* 等。粘虫为禾本科作物共同害虫，幼虫啮食叶片，造成缺刻孔洞。严重时将叶片全部吃光，只剩下主脉。高粱舟蛾在中国分布很广，幼虫咬食高粱、玉米、甘蔗叶片，为害较轻。高粱蚜是中国高粱产区主要害虫，大发生年，轻者大幅度减产，重者颗粒不收。寄生于植株下部叶片的背面，以后逐渐蔓延到茎和上部叶片以及穗部。以刺吸式口器刺入叶片组织内部吸食汁液，并排泄"蜜露"，引起霉菌腐生，影响光合作用和正常的生长发育。严重时茎叶全部变红，茎秆弯曲，甚至不能开花结实。

蛀茎害虫 主要有亚洲玉米螟、欧洲玉米螟、高粱条螟 *Chila venostus*。亚洲玉米螟广泛分布于中国高粱产区，朝鲜、日本、东南亚各国也有发生。幼虫为害高粱茎部及穗茎节，影响营养物质的运输，使籽粒不饱满或易被风雨折断倒伏。高粱条螟幼虫初期为害心叶，以后蛀入茎秆，被害株节间缩短，生育不正常。此外，在埃及等国尚有高粱蛀茎夜蛾 *Sesamia cretica*、肯尼亚等国玉米蛀茎褐夜蛾 *Busseala fusca* 也为害高粱。

穗部害虫 主要有桃蛀螟 *Dichocrocis punctiferalis*、高粱穗隐斑螟 *Cryptoblabes gnidiella*。幼虫集中在穗部，蛀食高粱籽粒，严重时整穗籽粒被蛀食，使单位面积产量大幅度下降。

防治方法 以农业防治为基础，进行综合防治。在害虫越冬时，根据其栖息场所，采取适当措施，消灭其成虫或幼虫。高粱长椿象主要在高粱田越冬，应实行与大豆、玉米等作物远距离轮作。高粱芒蝇常在高粱根茬中越冬，可结合积肥，挖除高粱根茬及再生苗，以减少次年早春虫源。

预测预报是防治虫害的主要措施。根据预报结果，适时地进行化学防治和生物防治。地下害虫可采用毒土、毒饵等方法进行防治。粘虫进行成虫诱杀，蚜虫可早期药剂防治，以防蔓延成灾。穗部害虫应在乳熟期喷药，效果良好。蛀茎害虫可利用赤眼蜂、白僵菌等

生物措施防治。

选育推广抗虫品种和杂交种，是防治高粱蚜、玉米螟经济有效的方法。利用抗虫的种质，作为抗源，通过杂交可以育成抗虫强的优良品种或杂交种。

（王世义）

高粱低温冷害（chilling injury of sorghum） 高粱生育期间，遭受低温，使生理活性下降，生长发育延迟或性细胞正常发育受到障碍，从而降低产量的一种自然灾害。

中国东北三省无霜期短，年平均气温低。年度间温度和霜期变化很大，一般每四五年出现一次低温年，常使高粱因低温冷害而减产。为害程度黑龙江最重，吉林次之，辽宁较轻。内蒙古、河北北部、山西北部，某些年份也有低温冷害发生。

低温冷害有延迟型、障碍型和混合型三种。中国北部高粱产区的低温冷害主要表现为延迟型。即在营养生长期或在生殖生长期较长时间遭受低温，生理活性明显减弱，生长和发育显著滞缓，抽穗成熟延迟，霜前不能充分灌浆成熟，产量显著下降。延迟型冷害不但产量锐减，而且品质变劣，子实不饱满，带壳籽粒多，蛋白质含量低。营养生长期的低温，延迟拔节。抽穗时间和生殖生长阶段的低温，影响灌浆速度，推迟成熟时期。

障碍型冷害主要是生殖器官分化期至抽穗开花期，遭受短时间异常低温，障碍生殖细胞的正常发育和受精结实，造成不育或部分不育。障碍型冷害在中国高粱生产中，仅个别年份局部地区偶有发生。

混合型冷害是延迟型和障碍型同时兼有的一种冷害型，在中国高粱生产中极为罕见。

防御延迟型低温冷害的措施：①选用早熟高产良种。②适时播种，促进高粱幼苗及时出土。③增施肥料。高粱对土壤肥力要求较高，增施肥料不但可以增产，而且能促进早熟，特别是施磷肥效果更为明显。④加强田间管理。高粱出苗后及时进行疏苗定苗，铲除杂草，深松耕地。特别是低洼易涝地，地温较低，可采取垄作台田，提高地温，排除夏季田间积水，促进生长发育。

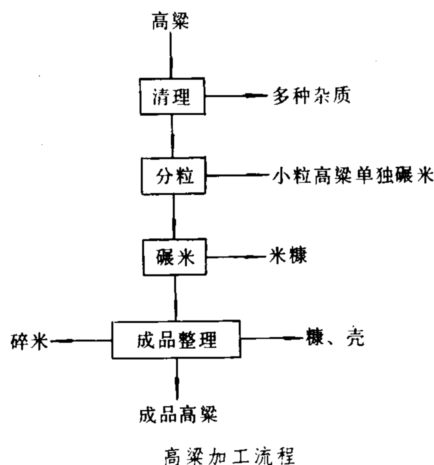
（王世义）

高粱加工（sorghum processing） 经清理、去壳和碾米等工序，将高粱制成高粱米的生产过程。高粱的种类和品种很多，有的适于加工成食粮供人们食用；有的适于作为制糖、酿酒和生产配合饲料的原料，也有的只宜于制帚。高粱的皮层内含有鞣酸，皮色越深，鞣酸含量越高，深色品种高粱的种皮内含鞣酸可达1.3～2.3%。鞣酸又名单宁质，味涩，影响食欲，食后能使肠液分泌减少，妨碍人体消化、吸收，所以高粱必须去皮后才能食用。同时，最好选用皮色为灰白色的白高粱作为制米原料。高粱可加工成米，也可加工成高粱楂和高粱粉。高粱经碾米后得到的米糠可提取单宁供药用。提取单宁后的米糠可作为饲料。

古代高粱采用杵臼、石辊之类手工工具加工，随着粮食加工机械的发展，逐渐采用机械加工。其加工机械有振动筛、吸风分离器、比重去石机、碾米机和成品分级筛等设备。还发展了分粒加工、多道碾米和高粱润水加工等新工艺。为了适应加工籽粒结构强度低的杂交高粱和粉质高粱的需要，1979年中国研制了三节螺旋式高粱米机。

加工方法 高粱籽粒外层有二片硬质护颖，护颖里有一层膜质薄片称稃。护颖和稃合称颖壳，包裹部分或全部种仁。作为食用高粱的种仁通常是部分包裹的。一般高粱的颖壳与种仁的结合较松，在运输过程中，因碰撞、摩擦也会自动脱落。因此，在高粱加工过程中，一般不另设脱壳工序。

种仁由皮层、胚乳和胚三部分组成。在高粱的皮层中还含有单宁。作为制米或制粉的原粮以皮色浅，单宁含量少的高粱为佳。对于皮色深和单宁含量高的陈旧高粱可作工业原料。高粱制米工艺流程如下：



高粱加工流程

清理 原高粱中含有多种杂质，必须经过清理后才能进一步加工成高粱米。常用的清理方法有：①筛选。清理高粱中的大小杂质。常用的设备有溜筛、简易振动筛（不带吸风装置）和振动筛等。②风选。清除高粱中的轻杂质。如灰尘、外壳和粗细米糠等。主要风选设备有吸风分离器和风箱等。③比重分选。清除粒度和高粱接近的石子和泥块，即并肩石和并肩泥，一般采用比重去石机。④磁选。清除高粱中的磁性金属杂质，如铁钉、铁件等。常用的设备有吸铁溜管、吸铁箱和永磁滚筒等。在清理、碾米和成品打包前，均需设置磁选设备。

分粒 高粱因品种和生长条件的不同，其粒度也不一致。通常是大粒高粱结构坚实，皮层较薄，碾米时

容易去皮，而小粒高粱胚乳比较脆弱，与皮层结合较紧密，大都属于未成熟的粉质高粱，去皮困难，容易产生碎米。如果粒度不同的高粱混在一起加工，会出现大粒高粱过碾，小粒高粱去皮较少，造成成品精度不匀，碎米增加，影响成品质量和出米率。若采用分粒加工，可按大小粒的工艺性质，采取不同的加工方法和操作规程。分粒方法通常有两种。一种是在清理过程中进行分粒；另一种是先经过1～2道碾米机碾制后再行分粒。后一种方法称为粗碾后分粒，有利于提高分粒效率。分粒设备有溜筛、振动筛和平面回转筛等。

碾米　高粱经清理、分粒后，可直接送往碾米机进行碾米。碾米设备有三节砂辊碾米机、立式砂臼碾米机和横式双辊碾米机等。碾米过程一般分为粗碾和精碾，中间辅以选糠和除壳设备，以利于提高碾米机的碾米效率。

粗碾为碾米过程的前阶段。如采用六道碾米机碾米时，其中前三道为粗碾。粗碾主要是将高粱全部颖壳、表皮和部分果皮碾去。在粗碾过程中，因带皮种仁表面光滑，籽粒坚实，能承受较强的作用力。所以，粗碾应碾去皮层的60%。各道碾米机应配备较高的转速、较大的压力、较多的米刀、较粗的砂臼砂粒，以碾去果皮为主，不求精碾。但应尽量避免产生碎米。当加工小粒高粱时，因去皮困难，所以碾米机内压力应大些，碾臼室内的间隙可小些。为了防止产生过多的碎米，小粒的去皮量可比大粒的降低10%左右。

精碾是碾米过程的后阶段。是将粗碾后的半成品，在尽量避免产生碎米的原则下，碾去剩下部分的果皮、种皮，达到成品高粱米的规定精度。在精碾过程中，碾米机的转速和机内压力要适当降低，米刀要少，砂臼砂粒要细，力求均衡精碾。当加工小粒时，不实粒较多，在精碾过程中易出碎米。为此，在不影响成品精度的前提下，去皮率可适当低些。

当加工低水分高粱，特别是对经过烘干、晾晒的高粱时，其皮层与胚乳结合紧密。胚乳结构较脆，容易产生碎米，可采用高粱表皮着水碾米，称为湿法碾米。着水后可使皮层润湿，吸水膨胀，增加皮层韧性，降低皮层和胚乳的结合力，增加高粱表面的摩擦系数，使米粒容易去皮。湿法碾米是在碾米前先将高粱喷雾着水、搅拌、润谷等工序处理，然后进行碾米。喷雾着水可使水呈雾状与高粱接触面增加，着水均匀。着水量应根据高粱的原始水分和高粱工艺性质确定。一般为2%左右。对于原始水分低的角质高粱，其着水量可多些，反之应少些。设备有喷雾着水机。着水后的高粱送入搅拌机内搅拌，混合均匀。常用的搅拌设备有螺旋输送机。在室温较低的情况下，还应采用夹套保温螺旋输送机，有利于水分向高粱皮层内部渗透，防止高粱表面结露。润谷的目的是使水分均匀地渗透入皮层，以利于提高碾米效率。润谷时间应根据着水量和高粱工艺性质决定。着水量少的或角质高粱润谷时间可长些，为60秒钟左右；着水量大的或粉质高粱润谷时间可短些，为40秒钟左右。润谷可采用润谷仓。经润谷后的高粱应尽快送往碾米机进行碾米。避免水分进一步向胚乳内部渗透，降低籽粒强度，同时还会使碾米机产生糊碾现象，造成碾米机堵塞。

成品整理　高粱在碾米过程中，虽经多道选糠，除壳，但由于高粱米糠较粘，仍有部分米糠粘附在米粒表面和混在米粒中间，不仅影响成品质量，而且对贮藏不利。所以必须进行成品整理，擦去米粒表面粘附的米糠，除去部分混在米粒中的糠粞。常用的擦米设备有卧式擦米机和立式擦米机。除糠碎通常是用吸风分离器，借助气流吸出米糠和残留的颖壳，用溜筛或成品分级筛分离糠粞和碎米。在成品打包以前，对于采用分粒加工，还需进行大小粒混合，以便保证成品质量。

高粱除了制米外，还可制粉。将清理过的高粱经过磨粉和粉料筛理，便可制成不同等级的高粱粉。

产品品种　高粱经加工后，其产品主要为高粱米。中国按加工精度不同分为三个等级（见表）。

高 粱 米 质 量 标 准

等级	加工精度 红白(%)(最高)	最低标准 纯粮(%)	最大限度 杂质(%) 总量	最大限度 杂质(%) 矿物质	最大限度 杂质(%) 高粱壳	碎米(%)	水分(%)	气味风味色泽
1	16	95	0.2	0.03	0.01	4.0	13.0（辽宁、吉林、黑龙江及内蒙古东部为15）	正常
2	30	95	0.3	0.04	0.02	3.5		正常
3	40	95	0.4	0.05	0.03	3.0		正常

产品和副产品利用　高粱米通常用作煮饭。高粱米碾制成一定大小颗粒的高粱楂，可用来煮饭、熬粥。高粱粉可以制成烘饼或糕点等食品。高粱除食用外，还可用于制淀粉、制糖、酿酒、制酒精和丁醇等产品。中国名酒中如“茅台酒”、“泸州老窖特曲”和“汾酒”等均以高粱为主要原料或重要配料酿制而成。经粉碎后高粱可作为精饲料。高粱加工得到的皮壳可用来提取单宁，其副产品用作饲料。碎米可作为制糖、发酵的原料。

（程觉民）

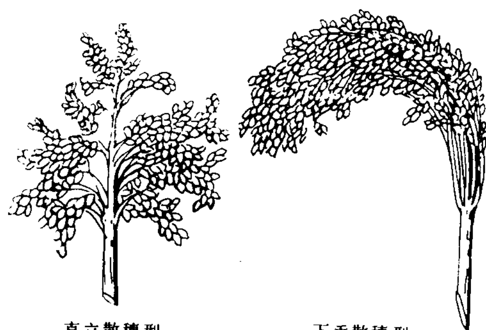
高粱类型（types of sorghum） 高粱品种繁多，常按性状、用途、产地分成若干类型。

按穗型分类

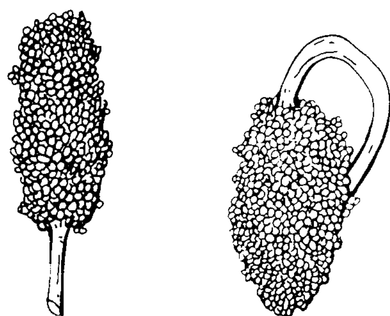
散穗高粱 穗型松散，侧枝较长。按主轴长短分为两个类型。①下垂散穗型。穗轴较短，侧枝长而下垂，着粒少，籽粒包于颖内不易脱粒。②直立散穗型。具有较长的穗轴和扩散的穗分枝。籽粒着生较少，且多被护颖包住。

紧穗高粱 圆锥花序紧密，侧枝短。籽粒裸露易脱粒。分为两个类型：①穗柄直立型。穗与茎垂直，不弯曲。②穗柄弯曲型。穗柄向下弯曲，穗下垂紧密。

高粱的不同类型中，根据圆锥花序的长度、穗的形状、护颖和籽粒色泽，又可分为许多变种（见图）。



直立散穗型　　下垂散穗型



穗柄直立紧穗型　　穗柄弯曲紧穗型

高粱的不同穗型图

按用途分类

粒用高粱 主要用作食用、饲料和工业原料。一般穗密而短，籽粒大，多为外露，易脱粒，品质优良。

糖用高粱 茎秆较高，有分蘖，节间长，茎髓多汁并含有糖分。随籽粒的成熟，茎秆汁液逐渐转化为糖分，含糖量一般为10～19%。有紧穗和散穗两种。

饲用高粱 分蘖力强，生长旺盛。茎叶含糖量多的品种宜做青贮，含氰势低的品种适于青饲用。籽粒小，品质差。

工艺用高粱 茎皮柔韧，有紫色和红色类型，为工艺编织的良好原料。无主轴分枝长的帚用类型，是制作扫帚和炊帚的原料。长穗柄的可制帘、盒等各种工艺品。

按原产地和生态型分类

中国高粱 原产中国，品种资源丰富，农艺性状好，品质优良，茎秆干涸，白色叶脉，抗病性差。

印度高粱（沙鲁）Shallu 原产非洲和印度，籽粒食用。

南非高粱（卡弗尔）Kafir 原产南非。品种资源丰富，粒色为白粒，供食用，穗细长，抗黑穗病，成熟时茎叶鲜绿，茎秆多汁，含氰势低的品种可供青饲，多保持不育类型。

北非高粱（都拉）Durras 原产北非及尼罗河流域一带。籽粒食用，成熟时茎叶较鲜绿，抗黑穗病，品质优良。如角质都拉、巴纳斯都拉等。

西非高粱（迈罗）Milo 原产西非，籽粒食用，粒色多为黄色或白色。成熟时茎叶鲜绿，抗黑穗病，植株较矮。穗型有两种，一种为卵圆形，茎秆汁液少；另一种为长棒形或长纺锤形，茎秆多汁、绿脉。

中非高粱（费特瑞塔）Feterita 原产中非。籽粒食用，根茎短，单秆品种植株高大，茎秆干涸，分蘖类型多为低秆且含有汁液，成熟时茎秆鲜绿，较抗黑穗病。恢复类型较多。

亨加利高粱Hegari 多属南非与中非或西非高粱的杂交后代形成的，籽粒食用，穗多为纺锤形，白粒，分蘖性强，成熟时茎叶鲜绿，茎内充满汁液，含氰势低的品种适于青饲。抗黑穗病，对不育系多表现有恢复能力。

（郄锡勋）

高粱群体改良（population improvement of sorghum） 将综合性状较好并具有隐性核不育基因的不同种质材料，组成群体，相互随机杂交，使基因重新组合，并通过轮回选择，从而提高群体中有益基因的积累度。使群体中的优良性状特别是多基因控制的性状不断得到改善，从而培育成新品种或作为育种新材料的一种育种方法。

发展概况 高粱是自花授粉为主的作物。为了使不同育种材料随机交配，必须导入雄性不育基因才有可能。1937年G.N.阿杨格（Ayyengar）等人首次发现了高粱隐性雄性核不育基因，其后许多学者也有发现。现定名的有ms 1到ms 7。雄性核不育基因的发现，为高粱的群体改良，实行轮回选择提供了可能性。

60年代美国育种家O.J.韦伯斯特（Webster）为解决生产上高粱种质贫乏问题，开始利用细胞质雄性不育系，组成了随机交配群体，在第二轮首次引入雄性核不育系，以后按株高、熟期进行了几轮选择。1968年后H.多格特（Doggett）、D.J.安德鲁斯（Andrews）、C.D.卡得纳（Cardner）、博拉纳思（Bhola Nath）等人先后利用雄性核不育基因进行了高粱的群体

改良。国际半干旱热带地区作物研究所（ICRISAT）已有13个不同来源的高粱群体正在选育中，1981年美国累计登记投放的10个种质资源群体，有丰产性能高，对光照反应不敏感，适应性广，抗倒伏，抗不同病虫，品质优良等各种性状，为高粱育种提供了更优良的种质材料。中国70年代开始进行群体改良工作，已进入轮回选择阶段。

程序和方法 群体改良首先要选择一批具有优良性状的亲本进行转育，然后组成群体。在随机交配基因重组的基础上，选择不育株，进行轮回选择。

亲本选择 通常应选择产量、品质、株高、适应性、抗病虫，以及一般配合力等性状较好、亲缘关系不同的材料作为亲本，使组成的群体中既含有育种目标所期望的全部基因，又能使群体具有适宜的遗传变量。

细胞核雄性不育基因转育 只有使中选亲本拥有雄性不育性状，才能保证高粱像异花授粉作物那样进行自由授粉，实现随机交配。因此中选亲本必须与雄性不育系杂交，F_1自交，用亲本系作轮回亲本再与F_2分离的不育株连续回交2～3次，才能参加组群。为了避免群体细胞质单一化，可将轮回亲本去雄。同时以该亲本与不育系源杂交的F_1花粉授粉，所得BC_1自交，再用原亲本系作轮回亲本。

组群 将携带核不育基因的中选亲本的等量种子混合在一起，组成群体。为选育高粱杂交种的亲本，可组成恢复型和保持型两个群，最后从两个群中分别选育出恢复系和保持系。群体必须隔离种植，避免其它花粉授粉。只有不育株才能随机接受异花花粉，起到异交的作用。因此对不育株必须进行标记，成熟时只收获不育株种子，下代将前代收获的每株种子等量混合，再进行播种。如此反复两次，即可完成随机交配。理想的随机交配是将所有亲本按双列杂交方式授粉，使每一个亲本都能充分地接受其它亲本花粉。

轮回选择 它是对随机交配群体进行选择的基本方法。其程序是由鉴定和重组两个环节组成，每完成一次鉴定和重组称为一轮，选择按轮重复进行。根据育种目标，可分为以选育新品种为目标的群体内选择和以选育杂交种为目标的群体间选择。群体内轮回选择的基本方法有混合集团选择、半同胞家系选择、自交一代或二代家系选择等。群体间轮回选择，主要采用交互轮回选择法。

混合集团选择 分为母本混合集团选择和交替混合集团选择两种方法，前者是从群体中选择雄性不育株的种子，下代等量混合播种，形成下一轮的选择群体；后者是第一个世代选择雄性不育株。第二个世代选择雄性可育株，如此交替进行，逐步提高选择的增益。

半同胞家系选择 从群体中收获优良的雄性不育穗，单收单脱。每穗一半种子保存，一半种子进行产量和其它性状鉴定。根据鉴定结果对中选品系的剩余种子等量混合播种，组成新的群体，进入第二次重组，再从中选择不育株，进行下一轮选择。

自交一代家系选择 又称自交后代鉴定法。需要三个世代完成一轮。从群体中选择大量自由授粉结实的雄性不育株。下代穗行种植，开花时从优异的株系中选择可育株套袋自交，单收单脱。每穗种子便构成一个S_1家系，对S_1家系进行产量试验。根据产量结果，将中选家系剩余种子混合播种，实行重组。再选择雄性不育株混合播种，进入下一轮选择。在自交一代家系选择的基础上，还可进行自交二代家系选择，即在S_1家系的优良穗行中选择可育的1～2株，再一次自交（S_2）。同时要与穗行中不育株进行姊妹交，借以保持群体中的雄性不育基因的频率。此法可增加群体内的加性遗传方差，有利于将不良基因从群体中排除。

交互轮回选择 它是选育杂交种为目的的选择方法。根据组群亲本的育性，对组成的恢复群和保持群自身改良的同时，又互为测试种。即从恢复群中选株自交，同与保持群中的不育株杂交。在保持群中也选择可育株自交，同时与恢复群中的不育株杂交，经过交互杂交提供出的两组杂交种进行产量试验。根据试验结果，对两组中当选杂种的相应父本（S_1）种子分别混合，组成下一轮的恢复群和保持群。此法对选择加性基因效应和显性及上位效应，都可收到明显效果。

参考书目

Bhola Nath, *Population breeding techniques in sorghum, sorghum in the Eighties*, ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India, 1982.

（王 方）

高粱育性鉴定（fertility test restoraty in sorghum） 以测交法测定不同品种、品系的育性，称为育性鉴定。

高粱胞质不育系是属于细胞质不育基因和细胞核不育基因相互作用型。在不育系繁殖和配制杂种过程中，有其相应的保持系和恢复系。不同品种、品系表现为保持型或恢复型是受细胞核育性基因控制的，细胞核携带不育基因，测交杂种表现为完全不育的为保持型。细胞核携带恢复基因，测交杂种花粉正常、自交结实，即为一恢复型。在杂交种选育中为了培育性状不同的不育系、恢复系，必须对不同品种、品系进行育性鉴定。对表现为完全不育的，其相应父本可用不育系回交转育，培育成一个性状不同的不育系；对表现为完全恢复的，其相应父本即可作为恢复系加以利用。

育性鉴定的方法，一般是将品种或品系与稳定的不育系进行测交。即将被鉴定的品种、品系与不育系相邻种植，开花前对测交母本和父本分别选择若干株

套袋，开花时将被鉴定的品种、品系的套袋株花粉分别授于不育系的套袋株，结成的种子下年播种，抽穗开花时套袋自交，籽粒成熟时调查其结实率。完全结实的表明其相应父本的细胞核具有恢复基因，为完全恢复型。不结实的证明其相应父本细胞核中携带不育基因，可利用它转育成新的不育系。有的材料育性尚不稳定，测交母本行，既表现有全恢复株，也有全不育株或半恢复株，对这样材料可继续定向选株套袋，大量测交，选出恢复或不育的稳定株系。

（王　方）

高粱育种（sorghum breeding）　20世纪初一些国家注意了**高粱**的地方品种选育和引种工作，开始收集品种资源，并逐步开展了系统选育和杂交育种，先后培育出许多经济性状优良，抗性强，或熟期较早适于机械化栽培的优良品种，对提高高粱的单位面积产量，扩大种植区域，增加收益都起到了明显的作用。

中国**高粱栽培**历史悠久，地方品种繁多。1916～1930年东北公主岭农事试验场曾收集了部分地方品种，经观察鉴定，先后对黑稃蛇眼红等37个地方品种进行产量试验，选出并推广红棒子、黑稃双心半、红稃等籽粒产量高的品种。1923～1924年燕京作物改良场、定县平教会农场等单位育成了燕京3—3号、燕京6—1号、定县3—3号等优良品种，在适应地区推广。

50年代各省、地、县农业行政部门和农业试验场（站）对高粱地方品种进行了广泛的调查收集，经过鉴定，评选出打锣棒（辽宁）、鹿邑歪头（河南）、三尺三（山西）、千斤红（河北）、一支笔（山东）、红把二齐（甘肃）、大红粮（内蒙古）、红棒子（吉林）等良种就地繁殖推广。其中鹿邑歪头较当地品种增产10%以上，先后在淮北豫中平原、豫东北平原和南阳盆地及山东省各地广泛推广。红棒子品种在东北中部地表现优良，推广面积约15万公顷左右。

在良种评选的基础上，各科研单位曾采用混合选择和系统选择法育成了许多优良品种。经过混合选择育成的优良品种有新黑壳、熊岳360、长清1号、小黄稃1号、处处红1号、昭农129等，在生产中都起到了增产作用。采用系统选择法育成的优良品种有熊岳253、护22号、天粱1号、平顶冠、抗蚜2号、徐州28等。这些良种一般均较原品种增产10～20%，适应性广，对提高单位面积产量曾起到了明显的作用。如辽宁省熊岳农业科学研究所育成的熊岳253品种，公顷产量可达6 000千克。60年代初期和中期历年种植面积达千余万公顷，分布于十余个省份。甘肃省天水地区水肥较好的土地，80年代初期仍种植5 000余公顷。吉林省农业科学院育成的护22号良种，较已推广良种增产15%左右。60年代历年种植面积达20余万公顷，70年代仍有较大面积的种植。

50年代末期，辽宁省农业科学院以铁岭双心红和北非高粱都拉（Durra）杂交，培育成早熟高产的119良种。1962年吉林市农业科学研究所从红棒子、打锣槌杂交后代中培育出九粱5号品种。这些良种在生产中都起到了较明显的增产作用，也广泛用作杂交种的亲本。吉林省农业科学院于1963年从（早熟亨加利×洋高粱）F_4×护4号后代系中选出7384、7313两个恢复系，配合力高，农艺性状优良，对温光反应不敏感，为北方春播早熟高粱区大面积推广的同杂2号、吉杂26号的父本。山西省晋中地区农业科学院研究所1971年以鹿邑歪头×忻粱7号（亨加利×盘陀早）杂交，从后代系中选出具有较高配合力的晋粱5号恢复系，是山西、辽宁、山东和陕西省推广的高产杂交种晋杂4号的父本。

美国是高粱主产国之一。1905年将高粱作为一个新作物从热带引进数百份品种，1925年得克萨斯州农业试验站鉴定出引自非洲的菲特瑞塔（Feterita）、亨加利（Hegari）和饲用的苏丹草（Sudan grass）等适于当地种植的品种，在生产上大面积推广。从中国东北地区引进的满洲（Manchu）与阿尔泰山高粱（Altament kaoling）两个高粱品种，于1910～1916年在南达科他州和科罗拉多州投入生产。苏联于日俄战争后从中国引进许多高粱品种，用于生产。

1914年美国学者H. N. 维纳尔（Vinall）以菲特瑞塔为母本，黑壳卡弗尔为父本进行人工有性杂交。1923年育成奇尔特克斯（Chiltex）和普利莫（Preme）两个推广品种。此后，随着农业机械化的发展，以杂交育种法，育成了马丁（Martin）、平原人（Plainsman）、康拜因7078（Combine7078）、康拜因卡弗尔60（Cambine kafir60）、西地（Westland）、抗病麦地（Resistant wheatland）及中地（Midland）等适于机械化收割的矮秆品种。高粱的杂种优势被利用之后，广泛地利用了世界品种资源，育成了许多优良亲本。如美国得克萨斯州农业试验站以Combine kafir与热带品种Zera Zera杂交育成了配合力高的TX622A雄性不育系。印度70年代末推广的优良杂交种SH-9的母本2916A，也是不同区域的品种杂交育成的。（王世义）

高粱栽培（sorghum culture）　高粱喜温喜光，抗逆性很强，对肥料相当敏感。在栽培上除精细**播种**、保证适宜密度、及时进行田间管理外，适时早种、增施肥料，对促进高粱的正常生长发育、提早成熟、高产稳产有明显的作用。

轮作　高粱忌**连作**，重茬生育不健壮，穗粒数少，一般减产20%左右。同时病害严重，特别是黑穗病连种次数越多则发病率越高，连种三年的地块，病株可达30%以上。高粱根系发达，入土深，吸肥力强，最好的前作是豆科作物或浅根性作物。

高粱在各地生产中所占地位不同，轮作方式亦异。北方一年一熟春播区，一般为大豆→玉米→高粱→谷子。山东、河南、江苏、安徽等省夏播高粱，主要轮作方式是春玉米→冬小麦→夏高粱→冬小麦→夏谷三年五熟轮作。南方各省一般在早稻收获后播种高粱或育苗移栽。

整地　高粱主要分布在年降雨量500毫米以下的地区。中国北方春季少雨，蒸发量大，为了保证播种时土壤中有足够的水分，耕翻后应及时进行耙耱镇压，碎土整平，保蓄土壤水分，播种后进行镇压，使种子和土壤紧密接触，以利出苗。中国东北西部半干旱地区，常实行原垄播种，即不耕翻土地，早春季节及时进行耙地并耥沟镇压，防止水分蒸发。

播种　高粱种子萌动后不耐低温，如果播种过早，土壤温度低，昼夜温差大，种子受霉菌侵染变质，造成大面积坏种，常改种其它作物。一般 5 厘米土层温度低于8℃，土壤水分较多，种子最易霉烂。因此掌握农时，既适时早播，又保证种子发芽出苗，使高粱霜前能及时成熟，是栽培上的重要技术环节。通常 5 厘米土层温度稳定通过12℃时播种，出苗正常。发芽需要适宜水分，土壤水分过多，易造成无氧呼吸，影响种子发芽。

中国各地春播的适宜播种期，因地区而异，一般为 4 月上旬到 5 月中旬，这一时期地温适于种子发芽，不致于坏种。夏播高粱在夏田收获后，立即整地播种。为充分利用土地和气候资源，也可套种高粱。即在麦田畦埂上，于麦收前15～25天播种，麦收后及时灌水施肥，促进生长发育。多为条播，也有机械穴播。播种深度一般为 3 厘米。

种植密度　因品种的植株高矮、土壤肥力和栽培水平而异。一般矮秆品种宜密，高秆品种宜稀；土壤肥沃和栽培水平高的宜密，瘠薄土地或栽培水平低的宜稀。这样既能使个体正常生长发育，又能获得群体的高产。世界一些高产国家，多种植适于密植便于机械收割的矮秆杂交种。美国旱种矮秆种每公顷4万～12万株，有灌溉条件的每公顷 20～30 万株。中国种植的品种大部分为高秆和中秆种，在一般的土壤肥力条件下，每公顷种植8万～12万株，土质肥沃管理水平高的土地，每公顷种植15万株左右。夏播高粱一般每公顷种植9 万～12万株。

由于各地耕作管理不同，行距亦异，中国东北地区为垄作，行间以畜力或机械中耕，行距为50～70厘米、华北各地为平作，行距为40～50厘米。

田间管理　高粱播种后，根据不同生育时期的特点，采取相应的管理措施，为生长发育创造良好条件。

出苗到拔节是根系的发生和形成期。田间管理的主要措施是间苗、蹲苗、中耕除草等。当地上部长出3～4片叶时进行疏苗，拔除密集在一起的小苗、病苗；5片叶时进行定苗，按种植密度等距留苗。结合疏苗、定苗进行耘地除草，促进高粱的正常生长发育。蹲苗是中国高粱生产实践中的一项壮苗经验。它可促进根系快生多发，控制地上部茎叶生长过旺，达到茎粗、叶茂、苗壮。其技术方法是结合定苗扒开根际土壤，使地下茎节直接受到阳光照射，提高地温，促进根系向纵深迅速生长。

拔节到抽穗茎叶迅速生长，幼穗开始分化和形成，是营养生长和生殖生长并进期，需肥量比苗期增加3～4倍。对水分的需求量约占全生育期的50～60%，每公顷平均每日耗水量4～5立方米。土壤含水量应保持田间持水量的70～75%，才能满足生长发育的需要。田间管理的主要措施是施肥灌水，配合中耕除草，促进植株的健壮生长和穗的分化。在底肥数量少、土质瘠薄的条件下，要以氮肥为主进行追肥，遇旱进行灌溉。

抽穗以后，茎、叶生长渐趋停止，转入以开花、受精、结实为主的生殖生长期。田间管理的重点是保持后期功能叶片的旺盛光合能力和根系对营养的吸收力，防止脱肥早衰。对脱肥的高粱田，可进行根外追肥，并做好蚜虫的防治工作。

施肥　高粱虽然是耐瘠薄的作物，但对肥料相当敏感，特别是施用氮、磷肥料，不但可提高产量，而且能促进生长发育，提早抽穗成熟。中国东北地区，高粱生产常因后期低温、早霜而减产。适期、适量施肥，可促进高粱早熟。

高粱每生产100千克籽粒需吸收2～4千克氮、1.5～2.0千克磷(P_2O_5)、3～4千克钾(K_2O)。即氮、磷、钾的比例大体为1∶0.5∶1。不同生育阶段对养分吸收比例不同。种子发芽到出苗所需的营养是靠种子本身贮藏的物质供给，出苗到拔节阶段对养分吸收比例较小，氮为5.9%，磷为2.6%，钾为7.9%；拔节到抽穗阶段，是需肥的高峰，吸收的氮占53.4%，钾43.5%；抽穗到成熟，又出现一次高峰，需磷量最大。此期吸收的氮41.7%，磷67.0%。根据不同生育期对养分的需要，播种前要施用基肥，播种时施用种肥，生育期间进行追肥。

基肥多以有机肥为主，一般是在秋翻或春翻时施入，也可在早春通过耙地施入表层。还可将肥料集中施入垄沟内，然后播种覆土。

种肥具有增产作用大，肥料利用率高等优点。生产上常用的种肥有高质量的农家肥和氮、磷化肥。

追肥是高粱生育期间施用速效性含氮量高的有机肥和无机肥。根据基肥和种肥的施用量和高粱的生育状况，确定追肥时期和用量。土壤肥力高，基肥和种肥施用量多，追肥数量可少些或不进行追肥；土壤瘠薄，基肥和种肥数量不足时，追肥数量要多，而且要分次追肥。第一次在拔节期，第二次在孕穗期进行。

收获　穗下部籽粒达到蜡熟时为高粱的适宜收获期。过早收获，籽粒不充实，产量低。收获过迟，籽

粒自然脱落和呼吸消耗，降低产量和品质。收获后经过晾晒或烘干贮藏。（梁亚超）

高粱种质资源（sorghum germplasm resources） 高粱在世界各地分布很广，产区辽阔，经过长期的风土驯化和人工选择，形成"多种多样的地方品种和育成品种，类型极为丰富。1971年J．R．哈兰（Harlan）等依据种子、小穗、花序的形态，将栽培高粱分为五个基本族和由五个基本族组合成十个中间族。高粱在中国、印度以及非洲各地栽培历史悠久，在不同地理条件下形成了不同的生态型。如中国高粱、印度高粱、南非高粱、北非高粱、西非高粱、中非高粱、亨加利高粱等都具有不同的特征特性。高粱性状变异很大，在用途上也不相同，有籽粒用的粒用种、茎髓部多汁富含糖分的糖用种、分蘖力强的饲用种，也有穗分枝很长或茎秆色泽不同供制扫帚或编织用的工艺用种。

世界高粱主产国对不同类型的品种都进行了广泛的搜集，筛选出许多优良种质，为育种工作提供了各种基因源。此外，还有与高粱亲缘相近的野生种，如突尼斯草 *S. virgatum*、约翰逊草 *S. halepensis* 等，也都作为高粱种质资源加以收集研究利用。

收集保存 20世纪20年代中国的燕京作物改良场、东北公主岭农事试验场等就开始收集高粱地方品种，以及北京、河南、山东等省市也收集了部分品种，50年代在农业部统一部署下，大规模地进行了全面征集，1980年以后又作了补充征集。征集的材料经过产地调查和种植观察进行了整理鉴定。编写出《中国高粱品种志》收集整理的材料约7 000余份，分别保存于各省、自治区的科研单位，同时按计划陆续将全部材料存入中国农业科学院作物品种资源研究所低温干燥种质库，进行长期保存。

世界上其它国家对高粱品种资源的收集保存也很重视。美国在科罗拉多州大学的国家种子贮藏实验室，收集保存了世界各地的高粱地方品种，栽培种和野生种共15 000多份。美国糖料作物大田试验站，保存4 610个甜高粱品系，佐治亚州的植物引种站，保存各种类型高粱3 620份。设在印度海德拉巴的**国际半干旱热带地区作物研究所**（ICRISAT）对印度和非洲国家的高粱进行广泛收集，保存有16 924个地方品种、237个栽培种、1 000个抗病虫品系、127个野生种，到1983年末保存的种质增加到25 163份。**苏联全苏植物栽培研究所**保存高粱9 615个品种和野生类型。埃塞俄比亚保存高粱5 000多个品种材料。

研究利用 70年代中国各科研单位陆续开展了品种资源的研究工作。通过对高粱品种的抗病虫鉴定，筛选出莲塘矮（原产桂阳）、东山红（原产巴马）、Tx622等不感染丝黑穗病的品种以及亨加利等兼抗丝黑穗病、散黑穗病、坚黑穗病品种，并育成了一些抗病强的亲本，选配出一批抗病杂交种。筛选出7511、TAM 428等抗蚜强的种质，并育成了优良的抗蚜亲本材料。还筛选出一些对螟虫抗性强的种质。在抗逆性研究方面，还对中国地方品种的耐旱性、耐瘠薄、耐盐碱、耐低温等性状进行了鉴定，筛选出一批在逆境条件下，生育较正常，能获得一定产量的种质。在品质鉴定方面，辽宁省农业科学院筛选出11份蛋白质含量10%，赖氨酸含量达蛋白含量的3.01%以上的材料。其中饭高粱（原产洱源）蛋白质、赖氨酸含量分别达13.67%和4.49%。

美国普杜大学对9 000多份材料进行了品质分析。从起源于埃塞俄比亚的高粱品种中，筛选出两个品质好的材料，蛋白质、赖氨酸含量分别达到17.20%、3.13%和15.70%、3.33%。美国得克萨斯州农业试验站，在突尼斯草的衍生系里，找到了抗蚜虫基因，并转育到杂交种亲本中，耐蚜的杂交种已推广应用于生产。在抗病方面也作了不少研究，获得了抗性强的材料。（王世义）

高燕麦草（tall oatgrass） 禾本科燕麦草属的一个种，学名 *Arrhenatherum elatius* (L.) Mert. et. Kocll多年生草本。又名燕麦草。**饲料作物**。原产于地中海沿岸及亚洲西部，德、英、美、瑞士以及澳大利亚等国都有栽培。中国从20世纪50年代从苏联、波兰等国引进。


高 燕 麦 草

须根发达，深入土中可达1米；茎直立，株高1～1.5米；叶片多，细长，均匀分布在茎秆上，为上繁草；花为圆锥花序，散开，小穗轮生，上部花雌雄蕊均有，下部花只有雄蕊，外颖无芒或于顶端或近端处生短芒；种子千粒重3克左右（见图）。

比较耐旱，耐寒能力较差，适于温暖、湿润气候生长。在北京能良好越冬。内蒙古在干旱寒冷条件下，越冬率较低。

播种当年生长较慢，第二年生长发育较快。在内蒙古西苏旗，第一年株高76厘米，5月份刈割一次

后到9月上旬又达110厘米。再生性好。在北京，3月下旬返青，5月上旬抽穗，6月上旬种子成熟。成熟的种子易脱落，应及时收获。每公顷可收种子450～600千克，产干草9 000千克。

春播秋播均可，播种量35～45千克/公顷，可单播也可与三叶草、鸡脚草等混播。

茎叶柔嫩，适口性好，以调制干草为宜。鲜草干物质24.4%，粗蛋白质3.4%，粗脂肪0.8%，粗纤维6.7%，无氮浸出物11.1%，灰分2.4%，钙0.42%，磷0.07%。（耿华珠）

高油玉米（high oil maize） 籽粒含油量比普通玉米平均高50%以上的粒用玉米。玉米油含量85%存在于胚芽中，占胚芽重的45～50%。玉米油分中亚油酸占61.9%，油酸24.1%，软脂酸11.1%，硬脂酸2.0%，亚麻酸0.7%，花生酸0.2%。玉米油含有高比率的亚油酸和油酸，是一种高质量食用油，并且具有防治动脉血管硬化等功效。提高玉米含油量的研究最早始于美国，据J.W.达得利（Dudley）报道，伊利诺斯州农业试验站从19世纪末开始，经过70个世代的混合选择，把一个白玉米品种的含油量由原来的4.69%提高到16.64%。玉米含油量的遗传受多基因控制，通过轮回选择可以有效地提高玉米群体籽粒的含油量。D.E.亚历山大（Alexander）曾对一个综合种进行过8轮选择，含油量由原来的4.8%提高到10.1%。按照他的经验，用高油自交系选配的杂交种，含油量达到7～8%时，其籽粒产量将与普通商用杂交种相同。如果含油量再高，则与籽粒产量呈负相关。

在高油籽粒的选择中，一般可用目测来初步判明含油量的高低，大胚的籽粒含油量较高，反之则偏低。因为胚重占全籽粒的比例与含油量呈显著正相关。用核磁共振仪测定单个玉米籽粒的含油量，能够不损坏胚芽来完成，并可把籽粒留到发芽，长成植株，从而提高了选择的效果。

参考书目

Dudley, J. W., R. J. Lambert and D. E. Alexander, *Seventy generations of selection for oil and protein concentration in the maize kernel, Crop Science Society of America*, Inc. Madison, Wisconsin. 1974.

（石德权）

高原地区作物栽培（crop culture in plateau） 海拔高、气候冷凉的高原地区栽培**农作物**的技术措施。中国青藏高原地区，包括青海省祁连山以南，日月山以西，四川省西北部的阿坝、甘孜两个自治州的大部，云南省迪庆藏族自治州的中甸、德钦两县和西藏自治区。耕地多分布在2 600～4 100米的河谷地带。其中西藏高原是世界上作物最高海拔分布的上限地区。

气候特点 气温冷凉，年平均温度较低；年降水量少，蒸发量大；无霜期短。太阳辐射强，作物生育期间的日照时数长，昼夜温差大。基本上属一年一作地区。西藏高原年均温度为7.3℃，夏无酷暑冬无严寒；日照充足，太阳辐射强，叶片的寿命和功能期均比平原地区长，光合效率较高；昼夜温差大，白天光合作用制造的有机物质多，夜间温度低，呼吸作用消耗少，因而光合产物积累得多，使得作物的贮藏器官（种子或营养器官）特别发达，容易获得高产。如西藏日喀则农科所1979年在0.08公顷地上获得春小麦14.8吨/公顷的产量，西藏自治区农科所在同样面积上获得了油菜6.2吨/公顷的产量。1978年青海创造了春小麦15.2吨/公顷的高产纪录。另外由于海拔高，紫外线辐射强，易于形成花青甙，作物花冠色泽鲜艳，种子的果皮、种皮多为深色，色泽类型丰富。如**青稞**种子即有白—黄—蓝—紫—黑紫等一系列过渡类型。

栽培特点 基本上实行一年一熟的**种植制度**。由于高原地区年平均温度低，变化小，作物生育所需的积温累积的时间长，适于种植耐冷凉、生育期较长的中晚熟和晚熟作物品种。西藏以种植春（冬）青稞、**冬（春）小麦**、**豌豆**、**蚕豆**、**油菜**、**油用亚麻**、**荞麦**、**马铃薯**、芫菁等为主。青海以春小麦、春青稞、豌豆、马铃薯等为主。

高原地区一般降水量少，蒸发量大，气候干燥。西藏农区年降水量只有300～500毫米，其中70～80%集中在7月至9月，而蒸发量多在1 500～2 500毫米，加上春季多大风，播种时应精细整地，及时播种，并镇压保墒，以保全苗；作物生育期间须适时灌溉。青海柴达木盆地年降水量在100毫米左右，空气十分干燥，更应及时灌溉，但要防止土壤盐渍化。

选择适应冷凉地区栽培的农作物种类和品种。青藏高原适宜种植前期发育慢、幼穗分化时间长、后期灌浆时间长、易形成多花多实、籽实产量高的谷类作物，或营养体发达的块根、块茎类作物。

重施基肥巧施追肥。青藏高原农区多为山地，土质偏砂性，有机质含量少，氮磷元素尤缺。应广开肥源，重视绿肥、豆科作物在轮作中的作用。结合早耙地，提高地温，促进土壤有机质的分解。应重施有机肥做基肥，以深施早施（或秋深施）为好。追肥应以氮肥为主，适当搭配磷、钾肥及钼等微量元素肥料。

综合防治病虫草害。高原地区病虫害相对较少，但随着引种和良种的推广，病虫草害有逐年加重的趋势。野燕麦是该地区重要杂草之一。要严格检疫并采用轮作倒茬、播前诱发、中耕灭草及化学除草等综合防治措施。针对青稞、小麦等作物上的锈病、白秆病、黄条花叶病等，在开展抗病育种的同时，加强药物防治。

实行合理的轮作倒茬制度。青藏高原地区以豆、麦**轮作**为主，以豌豆、蚕豆养地。倒茬方式：**休闲**—



冬小麦→青稞，豌豆→春小麦，或休闲→青稞→冬小麦→青稞→豌豆→春小麦等。在地多人少、肥少、草多、耕作粗放的地区，可通过休闲提高地力，消灭或抑制各种病虫草害。

因地制宜加速农业机具的普及配套工作。高原地区地广人稀，耕作粗放，应因地制宜地做好以小型农机具为主的推广、维修、配套工作，尤其是收获机具，以减少秋雨造成的损失。

（唐伯让　郭玉珀　陆　炜）

格子试验设计（lattice design）　应用混杂原理于**单因子试验**的一种设计。单因子试验如处理数目多，用随机完全区组设计，会因区组太大，难以控制区组内试验条件的均匀性。若把单因子假设为多因子，把一次重复的全部处理分成若干个组，分设于若干个不完全区组中，则区组变小，能较好地进行局部控制。这样就成为格子设计，多应用于多品种的比较试验。

格子设计可分平方或简单格子设计、矩形格子设计和立方格子设计等，其中以平方格子设计较为简单常用。

平方格子设计　处理数必须是某个正整数p 的平方。设计时把每一处理看成是由两个具相同水平数的因子(叫虚拟因子)的一个水平组合。设两个虚拟因子为x和y，各具水平数为p，则$k=p^2$个处理的代号，可由p 行和p 列交叉组成的p^2个水平组合表示如图1。

y因子的水平

x因子的水平	1	2	3	……	p
1	11	12	13	……	1p
2	21	22	23	……	2p
3	31	32	33	……	3p
⋮					
p	p1	p2	p3	……	pp

图 1　平方格子设计

图1为$k=p^2$个处理的一次重复，其每一行或列的处理都可构成一个不完全区组。在设计平方格子试验时，同一重复的各区组可按随机区组或拉丁方排列。按拉丁方排列的称为格子方设计，按随机区组排列的又有简单格子设计、三重格子设计、四重格子设计及及其它部分平衡格子设计以及平衡格子设计等。现以$k=3^2$为例说明于下：

重复Ⅰ	重复Ⅱ	重复Ⅲ	重复Ⅳ
11 12 13	11 21 31	11 22 33	11 23 32
21 22 23	12 22 32	12 23 31	12 21 33
31 32 33	13 23 33	13 21 32	13 22 31

重复Ⅰ的处理分组称为基本格子。重复Ⅱ的处理分组由重复Ⅰ的列构成；重复Ⅲ的处理分组由重复Ⅱ自左上至右下的对角线构成；重复Ⅳ的处理分组由重复Ⅲ自左上至右下的对角线构成。每一组都是一个不完全区组，含有p=3个处理。当试验仅包括重复Ⅰ和Ⅱ的处理分组时，就叫二重格子或简单格子设计，其重复次数必须为2或2的倍数。当试验再增加重复Ⅲ的处理分组时，叫三重格子设计。在三重格子的基础上再增加重复Ⅳ的处理分组，叫四重格子设计。处理数增多，处理分组的数目也增多，但6×6、10×10不能超过三种分组，12×12不能超过四种分组。当处理分组的数目增加到使任何两个处理都能在同一区组中相遇一次时，就获得平衡的格子设计。这种设计的重复次数为p+1。

长方格子设计　用于处理数$k=p(p+1)$的试验，其中p为每区组所含的处理数。它要求处理数为12，20，30，42，56，72等，且重复次数应为3或3的倍数。现以k=12处理为例，说明其处理分组方法：首先写出一个$(p+1)(p+1)=4\times4$，且主对角线无重复字母的拉丁方。然后排入各个处理（但主对角线字母下不排处理），以行分组得第Ⅰ重复，以列分组得第Ⅱ重复，以相同字母分组得第Ⅲ重复。其全部结果如图2。

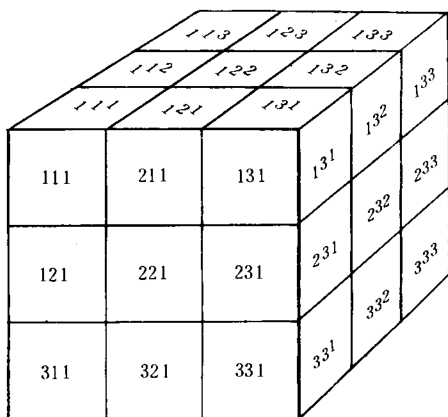
A	B 1	C 2	D 3
D 4	C	B 5	A 6
B 7	A 8	D	C 9
C 10	D 11	A 12	B

重复Ⅰ	重复Ⅱ	重复Ⅲ
1 2 3	1 8 11	1 5 7
4 5 6	2 5 12	2 9 10
7 8 9	3 6 9	3 4 11

图 2　长方格子设计

立方格子设计　处理数k为区组所含处理数p的立方，即$k=p^3$。例如27个处理的试验，每区组应包含p=3个处理。设计时写出x、y及z三个群，每群分三区组，每区组有3个处理，全试验共有$3\times3^2=27$个区组。这可从图3立方体的纵、横和高三个方向各等分为三个部分而得。

格子设计的统计分析并不复杂，可将总变异分为重复间、处理间、区组间和区组内误差等几部分。并分别求得相应平方和和自由度等而进行**方差分析**。



区组	x 群	区组	y 群	区组	z 群
区组1	111 211 311	区组10	111 121 131	区组19	111 112 113
2	121 221 321	11	112 122 132	20	211 212 213
3	131 231 331	12	113 123 133	21	311 312 313
4	112 212 312	13	211 221 231	22	121 122 123
5	122 222 322	14	212 222 232	23	221 222 223
6	132 232 332	15	213 223 233	24	321 322 323
7	113 213 313	16	311 321 331	25	131 132 133
8	123 223 323	17	312 322 332	26	231 232 233
9	133 233 333	18	313 323 333	27	331 332 333

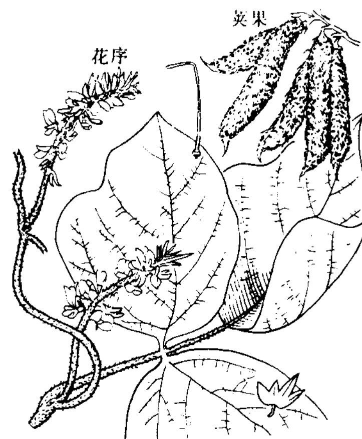
图 3 立方格子设计

（卢宗海）

葛藤（kudzu）

豆科葛藤属中的一个种，学名 *Pueraria thunbergiana* Benth.多年生蔓生性草本．主要作牧草和保土植物利用。在中国分布很广，以华东、华南和西南部各省最多。苏联、朝鲜、日本等国也有分布。

根系强大，茎蔓生，长5～10米，卧地蔓生或缠绕在其他植物上生长，茎节能生根；叶互生，有长柄，三小复叶，有时有掌状分裂，侧叶为半菱形，托叶披针形；花轴长约20厘米，自叶腋生出，花呈密簇，为复式总状花序；子房无柄，基部有鞘状腺体，具有许多胚珠，花柱丝状，弯曲，无须毛，柱头头状；荚果扁而长（见图）。在山坡、草丛、丛林，以及土壤瘠薄的地方均可生长，海拔从10米到1 700米的山上均可栽种。通常生长在温暖而湿润的地区。耐旱性强，年雨量在500毫米以上的地方都可生长；在寒冷地区，即使地上部分冻死，而地下部分仍能越冬，次春再生。对土壤有广泛的适应性，除排水不良的粘土外，无论斜坡、冲刷沟和多石砾的土地均可生长。在pH4.5左右的土壤上也能生长。一般多在春季进行繁殖。如用种子播种，行距4～5米，株距1米，硬籽多，在播前要进行处理。由于种子发芽率低，实生苗生长慢，故多用无性繁殖，繁殖时剪健壮枝条，每段20～30厘米，趁雨季时栽插，



葛　藤

较易成活。也可在茎叶生长盛期，在枝条上压土，使其生根，然后切断移栽。葛藤茎叶繁生迅速，长成后可形成良好的覆盖，而且经济价值较高，可作饲料。干物质中含粗蛋白质15.9%，粗脂肪2.5%，粗纤维28.6%，无氮浸出物35.1%，灰分6.9%，尤其钙质含量较高。茎蔓可编制箱笼家具，茎蔓韧皮部的纤维精制后可制绳或供纺织。粉葛藤的根含40%淀粉，提取淀粉可食用。还有三裂叶野葛即爪哇葛藤 *P. phaseoloides* (Roxb.) Benth, 在中国海南省橡胶园栽培较多，用作保持水土。（杨运生）

耕作学（principle of cropping system and soil management）

亦称农作学（principle of farming system）。研究建立合理耕作制度的技术体系及其理论的一门综合性应用科学。是农艺学(agronomy)的一个分支。耕作学研究地区或生产单位的**耕作制度**，包括作物组成与**布局**、**复种**、**间套作**、**轮连作**以及与之相适应的农田培肥与土壤保护、土壤耕作等的技术与理论。目的是合理利用资源，提高土地生产力，保证作物全面持续增产稳产；增加经济效益；保护资源，培养地力，实行用地与养地相结合。耕作学与作物栽培学、土壤学、农业气象学、农业生态学等有着密切的联系，但它又有特定的以种植制度为主体的研究对象和内容体系。

中国农业素以历史悠久，精耕细作称著。《吕氏春秋》（公元前770～前221年）："夫稼，为之者人也，生之者地也，养之者天也"，阐明了作物生产与人、天、地等因素的关系。六世纪贾思勰著的《齐民要术》："顺天时，量地利，则用力少而成功多，任情返道，劳而无获"、"谷田必须岁易"等。公元1世纪就有黄河流域麦后种粟或豆的一年两熟的记载。这些记载反映了中国早期阶段的耕作制度。宋、元、明、清以后，有关间作、套作、复种、轮作、养地、耕作的记述屡见不鲜。

中华人民共和国成立后，于50年代引入苏联农学院开设的《Общее земледелие》课程，当时译作《普通耕作学》（或《普通农作学》），在国内一些农学院也设置了相应的课程，重点介绍苏联土壤学家威廉士（B. P. Вильямс）提倡的以团粒结构为中心的土壤肥力学说与草田轮作学说，以及土壤耕作、杂草防除等技术。60年代与70年代中期，经过全国从事耕作学教学与科研工作者的共同努力，不断结合中国农业生产的实际，丰富了耕作学内容，并推动了耕作制度的蓬勃发展。这一阶段，明确耕作学的研究对象是耕作制度。同时在内容上增加了因地种植、间套作、复种；在基本原理上从原来只侧重于提高土壤肥力，转为强调用地与养地的结合，提出用地是目的、养地是基础。到70年代后期与80年代前期，综合世界一些国家有关本学科发展的内容，吸取了大量生产实践与科学研究的成果，逐步形成了具有中国特色的耕作学学科。进一步明确**种植制度**是耕作制度的主体，养地制度是基础，并充实了作物布局、间套复种、养地、少耕免耕等实体与定量化内容，强调耕作制度的综合性与多目标性，内容更加丰富和科学化。1980年，中国耕作制度研究会的成立，学术活动日趋活跃，标志着中国耕作学进入了一个新的发展阶段。

参考书目

北京农业大学主编：《耕作学》，农业出版社，北京，1988。

（沈学年　姜秉权）

《耕作与植物栽培杂志》（*Zeitschrift für Acker and Pflanzenbau*）　1853年创刊，每年出10期。主要刊载有关粮食作物、经济作物、饲料作物以及其它绿色植物的耕种和栽培方面的研究论文、简讯和书评，文章用德文或英文发表。每期约70余页，小16开本。由Paul Parey出版社出版。　（李国柱）

耕作制度（cropping system and soil managemont）　亦称农作制度（farming system），是指一个地区或生产单位的作物种植制度，以及与之相适应的养地制度的综合技术体系。

内容　种植制度是耕作制度的主体。它反映一个地区或生产单位的作物组成、配置、熟制和种植方式等（见**种植制度**）。中国作物种类繁多，一些地区盛行一年二熟、三熟，以及间套作、轮作等。制定合理的种植制度，可以充分利用当地资源，促进农牧业全面发展，是农业生产中的一个十分重要的环节。

与种植制度相适应的养地制度是耕作制度的基础，包括农田培肥与保护、土壤耕作等措施（见**养地制度**）。种植制度侧重于土地等资源的合理利用，而养地制度则侧重于土地的保护与培养更新。使"用地"与"养地"相互协调，是研究耕作制度的重要内容。

目标　建立合理的耕作制度，对发展一个地区或生产单位的农业生产起着重要的纽带作用。协调资源环境、社会需要、各种作物特性、农牧结合等方面的相互关系，以达到：①合理充分利用当地自然、社会资源与生产技术条件，提高光能与人工辅助能的转换效率，实现各类作物全面、均衡而持续的增产。②满足社会各方面对农产品日益增长的需要，促进种植业与畜牧业全面发展，提高总体经济效益。③保护资源、培养地力，做到资源利用与保护更新相结合，用地与养地相结合，维持生态平衡。

历史发展　在一定自然条件下，随着社会经济的发展、生产工具的改进、生产条件与科学技术的不断进步，以及人类需要的改变，耕作制度是不断演进和发展的。历史上从早期刀耕火种的撂荒制（shifting cultivation）开始（见**撂荒**），发展到土地时种时歇的休闲耕作制（fallow system）（见**休闲**），土地利用率大为提高，虽有了人工养地措施，但仍是主要利用土壤自然肥力。西欧中世纪，实行休闲一冬谷物一春谷物的三圃制及典型的休闲耕作制，其后，随着铁制工具、豆科作物、有机肥料的广泛应用，以及近代化肥工业的兴起，促进了用地与养地程度的提高，因而撂荒、休闲制逐渐转变为常年耕种作物。其特点是休闲已减少到总耕地的1/3以下，养地已主要靠人工措施（有机肥、化肥或生物养地）。称为常年种植制（permanent cropping），由于包含豆科作物或牧草的轮作，是其前期的特点，故一些学者又称之为轮种制，这是世界上长期普遍采用的耕作制度。

集约耕作制（intensivo farming system）是常年种植制的进一步发展。其特点是通过技术、资金与劳力集约化的途径，采用现代科学技术与工业装备，向化学化、水利化、机械化、电气化、良种化方向发展，人工投入能量与物质投入增多，产出也多，养地已采取人工养地为主。如灌溉、施用化肥或有机肥等。一年一熟地区的集约耕作制，在中国，主要分布于东北平原南部、西北灌区等地；在世界上，主要分布于美国玉米带、西北欧、中欧和苏联中亚细亚棉区等。一年多熟制，是集约耕作制的一种高级类型。主要分布于较温暖灌溉地区，如中国黄河、淮河、海河平原地区，长江以南各省和台湾省，印度的恒河三角洲及南部沿海各邦，埃及的尼罗河三角洲等（见**多作种植**）。由于各地区的自然与社会经济条件不同，各类型的耕作制度也不尽相同（见表）。

现状与展望　中华人民共和国成立以来，随着水肥、良种等条件的不断改进，耕作制度发生了重大变化。全国平均复种指数从1952年的130.9%，提高到1977年的151%，长江以南一般在200%以上。当前中国除少数半干旱或边远地区以外，以常年耕作制与集约耕作制为主。西北、东北地区，以一年一熟旱地常年耕

各种耕作制的用地与养地特点及其分布

类型	用地水平 土地利用率 土地生产率	养地方法	分布
撂荒制	<33，极低	自然恢复	热带，中国少数边缘地区等
休闲制	33～67，低	自然养地为主，人工养地为辅	干旱、半干旱地区，如北美、苏联、中国西北等
连年耕种制（或轮种制）	67～100，中	人工养地为主，自然养地为辅，提倡轮作	半湿润、半干旱或湿润地区，如西欧、北美、中国东北、西北大部、华北旱地等
集约耕作制	100，高 200～300，甚高	人工养地为主	北美、西欧、中欧、埃及、印度部分地区，中国的南方、黄淮海地区等

作制为主，或轮作，或连作；黄淮海地区水浇地，以麦田两熟为主，旱地或一熟或二熟；黄河秦岭以南多实行一年多熟的灌溉地集约耕作制。其中，长江以南盛行集约程度很高的双季稻或双季稻三熟制与麦棉二熟制。　　（沈学年　杨春峰　刘巽浩）

工厂化育秧 (raising rice seedlings in factory)　水稻种子在播种自动线上，由机械播在育秧盘内，在塑料薄膜大棚或拱棚内进行育秧的方法。此法省工、省肥、省水、省种，便于实行集中育秧，集中供秧；秧苗整齐均匀，适于与机械插秧配套，实行水稻机械化栽培。日本在20世纪60年代研究成功，70年代在全国推广普及。中国吉林、江苏等省70年代后期引进设备，进行试验推广。台湾省1973年开始建立工厂化育秧中心，1982年已建900余处。

工厂化育秧一般采用盘式有土育秧，秧盘多用塑料制成，塑料秧盘长60厘米，宽30厘米，底部有孔，床土用硝基腐殖酸、硫酸等调酸，并经过调制的结构良好、养分齐全、pH值5.5～6.0的特制土壤。种子经过脱芒、选种、浸种消毒、催芽、脱水后播种。盘式育秧宜育小苗与中苗，小苗株高8～13厘米，叶龄1.5～2.5；中苗株高13～18厘米，叶龄3.5～5。育小苗每公顷本田需秧盘270～300个，每盘播种200克左右；中苗450个左右，每盘播种100克左右。育秧过程分两段：第一段在作业大棚中进行，棚内设有催芽器、播种自动线和出苗室。通过自控电热器和喷水装置，使催芽器保持水温32℃，吸足水分的种子经一昼夜，芽可长至1～2毫米，脱水后播种。装土、浇水、播种、覆土由机械作业一次完成，运进出苗室，由自动电热器蒸汽加温，保持室内温度30～32℃，48小时后降为25℃，再过24小时幼苗出土1～1.5厘米可移出至大棚绿化。第二阶段绿化炼苗。开始5～7天，白天温度保持25～30℃，晚间不低于5℃，适当浇水。秧苗绿化后进入炼苗期，白天控制温度25℃，夜间不低于5～7℃，经通风炼苗逐渐接近外界自然温度，并喷施肥水。中苗育秧期约28～30天，小苗18～20天。

工厂化育秧初置设备费用高，盘土制备手续较繁，又因播种量大，对移栽时期要求严格，因而推广应用上受到限制。吉林及江苏省经研究改进为简易工厂化育秧，将各种育秧设备适当简化，推广钙塑秧盘衬套，使成本降低。　　（高佩文）

沟播种谷法 (furrow-sowing of millet)　将谷种播在预先开好的浅沟内的种植方法。又名壅谷或壕谷，由古代"圳田"演变而来。是一种防倒抗旱的栽培技术。中国华北、西北土层深厚、肥力高、有灌溉条件的地区可采用。在干旱、半干旱地区也常常作为一种有效的抗旱保苗方法。但在土层薄，土质疏松，风沙大的地方不宜运用。

沟播谷的技术要点是"种植抗病品种，开沟播种，集中施肥，宽幅密植，分期平沟，培土成垄"。使粟"种在沟里，长在垄上"。

种植抗病品种。根据粟生态地区要求，选用适合当地种植的抗倒抗病品种。播种前种子先用盐水选种，清水漂洗晾干，药剂处理种子。

开沟播种，集中施肥。土地整平后先开沟，沟距40厘米，沟深15厘米。集中施肥于沟内，粪土混合均匀后，整平沟底。每公顷播量7.5千克，播后覆土3～4厘米，镇压1～5次。大面积种植沟播谷，可用悬挂式沟谷播种机。以12马力小型拖拉机牵引，一次播种两沟，沟距可以调整。开沟、施肥、播种、覆土、镇压一次完成。每小时可播种0.3公顷。

宽幅密植，在保苗的基础上，宽幅留苗，加大密度。幼苗出土后，第一真叶展开时，镇压一次；2～3叶后，喷施乐果防虫；3～4叶定苗，宽幅调角间苗，每公顷留基本苗90～120万株，使粟苗生长在沟内。

分期平沟，培土成垄。苗高16～17厘米时，沟施有机肥，分两次用垄上的土把沟填平。苗高50～65厘米时，追施氮素化肥，并分两次往根际培土成垄，使植株生长在垄上。立即灌水一次促进根系生长。以后管理同一般种谷法。

沟播谷增产的科学道理，一是壮根防倒。沟播谷由于集中施肥，分期平沟和培土，根际土壤理化性良好，容重小，全氮含量高，为根系发育创造了良好条件。因而根系发达，吸收面积大，生理活性强，加上培土较高，根壮秆强不倒伏。在生育后期，由于根系活性旺盛，从而保证了叶片功能期较长，叶面积下降平稳，秕谷率较低。二是放宽行距，宽幅密植。放宽行距改善了通风透光条件，行间光照强度比平播谷增

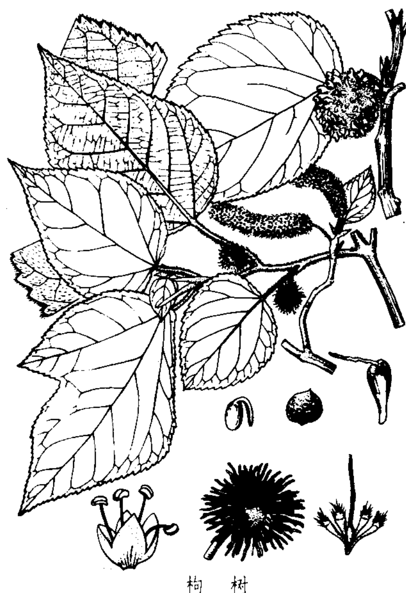
加16%。田间生态环境有利于谷子群体与个体的发育。宽幅密植加大群体，提高了光能利用率。沟播谷在集中施肥，增施肥料的基础上，由于播幅较宽，虽然加大了群体，但植株分布均匀，加上手间苗和清垄等措施，个体与群体的发育比较协调，植株生长整齐一致，株高、穗长、茎粗的变异系数分别比平播谷相对减少。因而，群体的光能利用率较高。（李东辉）

构杞 见宁夏枸杞。

构树 (paper mulberry) 桑科构树属中的一个种，学名 *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.，多年生落叶乔木。古名楮，又名谷浆树，树皮为造纸的原料。构树分布于中国黄河、长江和珠江流域地区；也见于越南、日本、朝鲜等国；欧洲及美洲东北部有少量栽培。

构树的内皮层纤维较长而柔软，吸湿性强，在中国是制造桑皮纸的上好原料，远在隋代就大量生产应用。果称楮实子，与根皆可入药，有补肾利尿，强筋骨的功效。嫩叶可喂猪。构树能耐二氧化硫、氟化氢和氯气等，适宜在有气体污染的工矿区作绿化树栽植。

构树茎干直立，高6～16米，含有乳白汁液。树皮暗灰色，平滑，枝条粗壮而平展。叶互生，柄长，叶片阔卵形或有3～5裂深裂叶，边缘具粗锯齿，表面为暗绿色，且被粗毛；叶背灰绿色，密生柔毛。雌雄异株，雄花为葇荑花序，着生于新生嫩枝的叶腋；雌花为头状花序。果为肉质球形，有长柄，熟时红色。



构 树

构树的适应性强，喜光、耐旱、耐瘠、速生，常野生分布，有时栽于村庄附近、荒地或沟旁。用种子或扦插繁殖。在庭园作绿化树种植时，为避免雌株浆果掉落时影响环境卫生，多培育雄株种植。

（盛诚桂）

狗牙根 (bermudagrass) 禾本科狗牙根属的一个种，学名 *Cynodon daclylon* (L.) Pars.，越年生草本。又名绊根草、行仪芝。为优良饲草、草坪草和水土保持作物。全世界温暖地区都有分布，中国分布于黄河流域以南。

须根细韧；具根状茎或匍匐茎，节间长短不等，茎秆平铺地面部分长达1米以上，并于节上生根及分枝，向上直立部分高10～30厘米；叶片短，线形，长1.5～3厘米，宽1.5～3毫米；穗状花序，长2～5厘米，3～6枚指状排列于茎顶；小穗排列于穗轴的一侧，长2～2.5毫米，含一小花；颖果椭圆形，长约1毫米；千粒重0.13克左右（见图）。



狗 牙 根

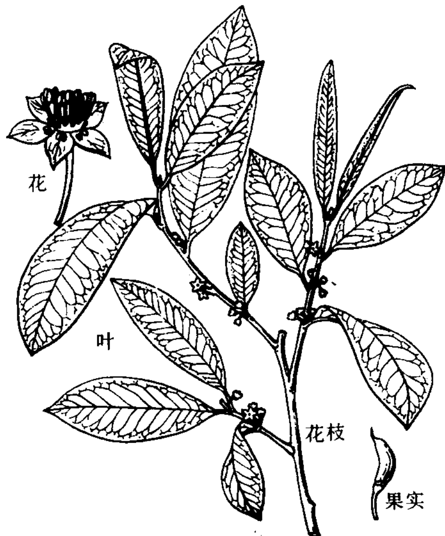
喜温热气候及稍潮湿的土壤。日平均温度24℃以上地区，生长最好。6～9℃时生长停滞。耐旱，亦耐较长时间渍水。在酸性土壤或碱性土壤均生长良好，而以低温，排水良好的肥沃土壤生长最好。瘠薄的土壤应施用氮肥。播种期宜在春季，一遇轻霜叶即转黄。可用种子直播，播种量每公顷5.3～7.5千克。撒播，播后轻耙，保持适当水分，即可出苗。亦可用草皮移植，移植期以春夏为宜。将狗牙根草皮挖起厚度3厘米左右，切成20～30厘米宽的长条或方块，铺设于已整平的地面上，每隔1米，铺设一条草皮，随即踩紧、灌水，很易成活。由于植株矮小，产量很低，适宜放牧利用。1976年中国从美国引进岸杂1号狗牙根，是丰产优质品种，在中国广东、广西等南方各省、区已推广利用。岸杂1号狗牙根花药不开裂，大部分不结种子，只能以茎秆进行无性繁殖。草层高达40～50厘米时，即可刈割利用，全年可刈割7～8次，每公顷产干草113～150吨，也可进行放牧利用。

由于有发达的根状茎和匍匐茎，植株矮小，最适宜作为街道、体育场、堤坝铺设草皮。岸杂1号狗牙

根则适宜用于建立人工草场刈割或放牧利用。鲜草含干物质25.3%，干物质中含粗蛋白质14.62%，粗脂肪2.37%，粗纤维29.25%，无氮浸出物40.32%，灰分13.44%。 （苏加楷）

古柯（coca） 古柯科古柯属古柯中的一个变种，学名*Erythroxylum coca* Lam. var. *novogranatense* Berck. 常绿灌木。古柯来源于caca。别名高根。叶为提取可卡因原料。原产于南美洲的哥伦比亚、厄瓜多尔、秘鲁、玻利维亚和巴西。印度尼西亚、印度、斯里兰卡、马来西亚亦有种植。中国台湾省、海南省和云南省西双版纳也有栽种。

株高2～3米，枝条细弱。叶互生，倒卵形，全缘。花1～5朵簇生于叶腋，花萼5枚，黄绿色，花瓣5枚，呈星状；雄蕊10枚，子房3室。核果椭圆形，熟时枣红色。种子1粒，卵圆形具纵棱。花期2月至3月及6月至8月。果期3月至4月及7月至9月。



古 柯

喜温暖湿润气候及排水良好，肥沃的壤土和轻粘土。遇0℃低温植株受冻害，小苗死亡，22～25℃之间生长良好。以种子育苗繁殖为主，因种子寿命短，应随采随播，发芽率达85～95%。晒干的种子丧失发芽力。亦可采取扦插繁殖，半硬枝条用25ppm萘乙酸溶液处理后扦插，能促进生根，提高成活率。扦插前施足基肥，株行距80～100×150厘米，每亩栽450～550株。及时除草松土，每年追肥3～4次，在采叶前15～20天施氮肥，可增加叶产量及生物碱含量。主要病虫害有立枯病*Rhizoctonia* sp.、毒蛾*Orgyia antiqua*、蚧壳虫等。栽后一年半至二年开始采收嫩枝叶，3～4年后产量增高，一般产叶期可达20年。用剪刀摘取有6～10片嫩叶的嫩枝，在褐色老枝上留下2～3厘米嫩枝，以利萌发新枝叶，下次再采。采收的枝叶要迅速干燥，日晒或焙干。每年采收4次，每公顷可收获干枝叶1 125～1 500千克。大叶总生物碱不低于1%为好。海南省引种的古柯碱含量为1.14～1.4%，嫩叶含量最高。

叶含多种生物碱0.7～1.5%，都是爱康宁（Ecgonine)的衍生物。重要的有下列四种：古柯碱(Cocaine)、桂皮酰古柯碱(Cinnamyi-Cocaine)、α-组丝酰古柯碱（α-Truxilline)、β-组丝酰古柯碱（β-Truxilline)，其中以古柯碱最为重要。有局部麻醉作用。在南美民间传统医术中，作为治疗神经痛的止痛药、健胃剂、止咳药、治疗气喘病的良药和作发汗剂，亦为兴奋剂、强壮剂，用于消除疲劳。 （陈伟平）

谷莠子（giant foxtail） 禾本科狗尾草属狗尾草的一个变种，学名*Setaria viridis* var. *major* (Gaudin) Pospichol，是比狗尾草更为粗壮的一种田间杂草。是粟田中的伴生杂草，分布于欧亚大陆的温暖地带。在美国玉米带更蔓延成为难除的杂草。谷莠子的幼苗与粟苗很难区别，到分蘖期谷莠子滋生大量分蘖并且茎节突露，即很易辨认。莠株与粟株形态相像，穗形相仿，但谷莠子的花比较瘦小，刺毛较长，抽穗和成熟均比粟早。种子在成熟时全部散落。粟成熟时穗下垂，谷莠子的多毛空穗仍直立在粟穗层上。散落的莠籽次年即出苗危害。粟田如连作，不仅因莠株易被误作粟苗保留而减少粟粒产量，而且莠苗吸收水肥力强，影响邻近粟苗生长。连作时莠苗数量甚至超过粟苗。谷莠子与粟可以杂交，是导致品种退化的原因之一。谷莠子可感染粟的病害，没有作为抗病野生亲本的价值。

防除谷莠子的方法主要是避免粟田连作。谷莠幼苗出现在其它作物苗间就很容易识别而予以清除。在粟田间苗时要注意除去杂色苗，分蘖期后要注意拔除莠苗，抽穗后随时除去莠株，免其结籽散落。一般粟田忌连作，由于特殊原为必须连作时，应换用不同苗色的品种，然后在间苗时除去异色苗。

（陈家驹）

谷子 见粟。

栝楼（mongolian snakegourd） 葫芦科栝楼属中的一个种，学名*Trichosanthes kirilowii* Maxim。多年生草质藤本。别名瓜蒌、药瓜、栝楼蛋。果实入药称全栝楼、栝楼皮，种子入药称栝楼仁，块根入药称天花粉。中国大部分地区有分布和栽培。山东省的栝楼和河南省的天花粉都很著名，销售全国并有出口。朝鲜和日本也有分布。

块根肥大，圆柱形。茎多分枝，卷须细长。单叶互生，具长柄，掌状5～7深裂。雌雄异株，花白色，雄花成总状花序；雌花单生于叶腋，花冠5裂，先端细

裂成丝状。果实近球形,成熟时金黄色。种子多数,扁长椭圆形。花期7月至8月,果熟期9月至10月。

喜温暖湿润,以土层深厚、土质肥沃的沙质壤土为宜。有分根繁殖和种子繁殖。以分根繁殖为主,3月中下旬挖取3~5年生断面白色新鲜的健壮雌株的老根,分成7~10厘米的小段,穴栽。并适当搭配雄株老根,以利授粉。种子繁殖,于4月选成熟饱满种子,用40~50℃温水浸泡24小时,取出用湿砂混匀,放在20~30℃温度下催芽,当大部分种子裂口时即可播种。每穴播5~6粒,覆土4~6厘米,保持土壤湿润,经15~20天即出苗。



栝 楼

种子繁殖结果较晚,难于控制雌雄株,适宜采收天花粉用。茎长约30厘米时去掉多余茎蔓,每棵只留粗壮蔓2~3个,搭棚以供攀援。人工授粉可增加结果率。果期须追肥。根据墒情适时浇水。及时松土、除草、整枝及打杈。4月至7月间应注意防蚜虫、守瓜及透翅蛾的为害。北方每年封冻前需培土防冻,保护过冬。当果实表面有白粉,变成淡黄色时,分批采摘,悬通风处晾干,即成全栝楼;将果实从果蒂处剖开,取出瓜瓤和种子,晒干即成栝楼皮;瓜瓤和种子放入盆内,加草木灰,用手反复搓揉,在水里淘净瓜瓤,晒干即成瓜楼仁;雄株在栽种后第3年10月下旬挖取块根,去净泥沙,刮去粗皮,小的切成10~20厘米长,大的可纵剖成2~4瓣,晒干或烘干,即成天花粉。

果实含皂甙、有机酸、脂肪油等。药理实验有抗菌及抗癌作用。天花粉含淀粉、皂甙、天花粉蛋白、多种氨基酸及糖类等。果实味甘、性寒。有润肺祛痰、利气宽胸作用。治疗咳嗽痰粘,胸闷作痛。栝楼制剂治冠心病心绞痛有一定疗效。天花粉味苦,微甘,性寒。能生津、止渴、排脓、消肿。用于治疗燥热口渴,咳嗽,疮疡;制成注射剂,用于中期妊娠引产,治疗恶性葡萄胎和绒毛膜上皮癌。栝楼仁有润燥滑肠作用。

(程惠珍)

瓜蒌 见栝楼。

灌溉(irrigation) 引水入田补充自然降水量不足,以满足作物生长发育对水分需求的措施。中国降水量由于受季风影响,自东南向西北递减。西北干旱区及华北半干旱与半湿润地区,作物生育期间雨水不足,往往不能满足作物对水分需要。人为地进行合理灌溉,既能满足作物生育需水,又可以调节土壤温度和空气湿度,防寒、防冻、防后期干热风为害,并能控制土壤中养分分解与利用,确保增产稳收。盐碱地区灌溉则兼有洗盐压碱,改良盐渍化土壤作用。但灌溉不得法,如大水漫灌或串灌不仅浪费了水,而且使地下水位上升,土壤结构破坏,养分流失,甚至招致土壤盐渍化、沼泽化。合理灌溉技术是根据作物需水规律,科学用水并讲究经济效益。

灌溉制度是为农作物高产、优质所制定的适时、适量灌水方案。它指生育期(包括播前灌水)内的灌水次数、灌水时期、灌水定额和灌溉定额。灌水定额是在一定面积上的一次灌水量(单位:立方米)。生育期内多次灌水量之和叫灌溉定额。至于灌水时期,一般根据墒情和作物需水特点而定,这为科学地确定灌水时期,提出了土壤水分指标,即适宜的土壤水分下限,如冬小麦分蘖期下限值,为田间最大持水量的60%;棉花苗期为55%,低于此值就要灌水。每次灌水要浸润的土层深度,以多数根系活动的深度为准,一般在苗期为40厘米,后期(抽穗开花期)为80~100厘米。一次灌水定额,可用以下公式求得:

$$m=A\cdot H\cdot r(\beta\max-\beta\min)$$

式中 m——灌水定额(米^3)

A——面积(公顷)

H——灌水浸润深度(米)

r——土壤容重(克/厘米^3)

$\beta\max$——田间最大持水量(占干土重%)

$\beta\min$——适宜土壤水分下限(占干土重%)

在干旱或水资源不足的地区,应制订经济用水的灌溉制度,特别要保证作物需水最敏感时期不缺水。通常大部分作物在生殖生长期,即生殖器官建成阶段是需水临界期。如水稻为孕穗—开花期;小麦、大麦为孕穗期;玉米为开花—乳熟期。此时作物忍受和抵抗干旱能力大为减弱,缺水导致作物干旱为害,造成严重减产。

灌水方法应根据作物、土壤、地形和水源等条件而定。通常有沟灌、畦灌、喷灌、滴灌等。前二者对土地平整的要求较高,占地多,费工,但投资少,是灌溉中采用的主要方法。喷灌、滴灌虽对地形适应性强,灌水较均匀,水的利用率高,但投资多,且只有在特定条件和部分作物中始可应用。①沟灌。多用于如玉米、棉花等宽行作物。对土壤结构破坏作用小,并可保持沟背土壤疏松,减少土壤水分蒸发和实行小定额灌水。一般沟的间距应与作物行距一致。②畦灌。适

用于窄行密植作物如小麦、谷、牧草等。适宜畦灌的地面坡度最大不超过0.02，而以0.001～0.003为宜。坡度过大土壤易被冲刷，引起水土流失。畦长方形，通常长30～100米，宽2～4米，应与农机具相适应。③喷灌。宜于地形复杂，地面灌溉有困难的地区，但在3级以上风天一般不宜使用。喷灌要有适当的基建投资和设备。④滴灌。将具有一定压力的灌溉水，一滴一滴地滴入作物根部附近的土壤中的一种方法。不破坏土壤结构，蒸发损失小，不产生地面径流。但其喷头易堵塞，故对水质要求高。

参考书目

施成熙、粟宗嵩主编:《农业水文学》,农业出版社,北京,1984。

（李正凤）

灌浆 (milking)　禾谷类作物开花受精后，有机营养物质向籽粒，主要是向胚乳输入积累的过程。

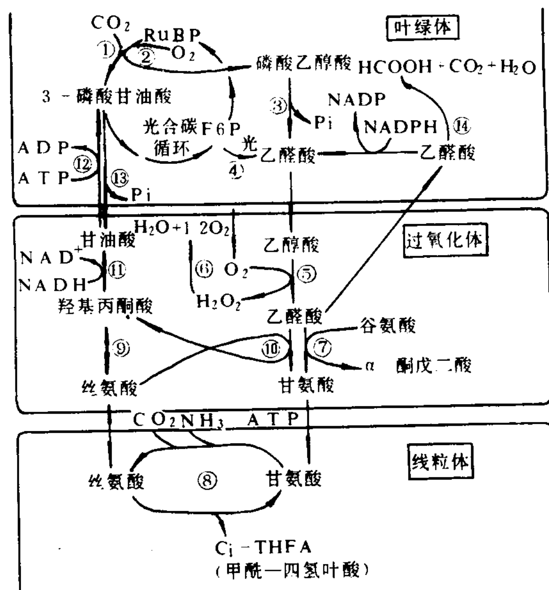
禾谷类作物开花后进行双受精。即一个雄配子与卵细胞结合成受精卵，发育成胚；另一个雄配子与两个极核融合，先形成胚乳原核，后发育成胚乳。胚乳原核在受精后立即开始分裂，先形成游离核，然后形成细胞壁。其形成顺序是由中心胚端开始，逐渐向外，以后的细胞增殖主要靠胚乳组织最外层细胞的分裂活动。胚乳细胞形成后，即开始贮存有机营养物质，由茎、叶输入的可溶性碳水化合物，在磷酸化酶的作用下转化为贮藏淀粉，淀粉粒由小到大，由少到多，使胚乳汁液由清液逐渐变成混浊的乳状浆液，浆液由稀到稠呈糊状，再变成蜡状，此时淀粉积累停止，并且除贮存淀粉外还有蛋白质等。这一段时期通常称为灌浆期，这一过程即为灌浆过程。

灌浆期间大量的有机营养物质输向籽粒，约60～70%的籽粒干物重是在这一时期积累的。因此，保证灌浆过程的顺利进行是争取增加粒重的关键时期。

影响灌浆的因素很多，主要有以下几方面。①温度：对灌浆期长短有明显影响。要求的适宜温度因不同作物而异。如小麦为20～22℃，玉米为22～24℃，水稻为26～29℃。温度过高，特别是夜间温度过高，会增加呼吸消耗，降低粒重。温度较低灌浆缓慢，持续时间长，可使粒重增加。如中国的青藏高原昼夜温差大，灌浆持续期长，形成高粒重的生态区。但温度过低，也会影响灌浆。如玉米灌浆期的平均气温低于16℃，酶的活性降低，灌浆速度极慢或停止。②光照：籽粒中干物质约2/3～3/4来自抽穗后的光合产物。光照不足，光合产物少，灌浆强度减弱，粒重降低；充足的光照会加速灌浆，增加粒重。③水分：灌浆期间需水量较多。土壤水分不足，光合强度降低，输向籽粒的营养物质减少，灌浆进程提早结束，籽粒瘦小。中国北方小麦灌浆期间的干热风危害常使粒重显著降低。土壤过湿，除稻类作物外，对多数作物会影响根的呼吸、吸收、合成和转运，从而也影响灌浆。④矿质营养：灌浆期间需要氮、磷、钾及其他元素适当供应。磷、钾能促进碳水化合物和含氮物质的合成。氮素能延长绿色部分的功能期，增强光合作用，有利于籽粒灌浆。氮素不足易引起叶片早衰，缩短灌浆期。氮素过多也会引起贪青晚熟。⑤病虫害和倒伏：病虫不仅损害绿色器官，减少光合面积，而且增加有机营养物质的消耗。倒伏会打乱叶片的分布，影响光合效率和运输机能，都会影响灌浆的正常进行。

（王经武）

光呼吸 (photorespiration)　绿色植物在光照下进行光合作用的同时，存在吸进氧气释放二氧化碳的现象。光呼吸的氧化底物是乙醇酸，乙醇酸产生于叶绿体。叶绿体进行光合作用固定二氧化碳时，有RuBP羧化酶—加氧酶参与反应，此酶既可催化RuBP的羧化反应，也可催化RuBP的加氧反应，其反应方向决定于CO_2和O_2浓度的高低，在CO_2浓度相对较高时，有利于羧化反应，形成二分子磷酸甘油酸，促进光合循环的进行；当O_2浓度相对较高时，促进加氧反应的进行，产生一分子磷酸甘油酸和一分子磷酸乙醇酸。后者脱磷酸而为乙醇酸，乙醇酸可就地直接氧化为乙醛酸，也可从叶绿体转移至过氧物酶体并在其中氧



光呼吸代谢途径

①RuBP羧化酶；②RuBP加氧酶；③磷酸乙醇酸磷酸酶；④焦磷酸二羟乙基硫胺氧化酶（非酶促反应）；⑤乙醇酸氧化酶；⑥过氧化氢酶；⑦谷氨酸—乙醛酸氨基转移酶；⑧丝氨酸羟甲基转移酶；⑨氨基转移酶；⑩丝氨酸—乙醛酸；氨基转移酶 ⑪NADH羟基丙酮酸还原酶；⑫甘油酸激酶；⑬3-磷酸甘油酸磷酶酸；⑭可能为非酶促反应，光、Mn^{++}促进反应的进行。氧化剂可能是H_2O_2

化为乙醛酸；乙醛酸在过氧物酶体内转化为甘氨酸；甘氨酸转入线粒体内并转化为丝氨酸，同时释放CO_2，这是光呼吸的产物；丝氨酸又可转回过氧物酶体中转变为羟基丙酮酸，经氧化为甘油酸；甘油酸从过氧物酶体返回叶绿体后转化为磷酸甘油酸，进入C_3循环，再次形成RuBP。

光呼吸是在叶绿体、线粒体和过氧物酶体这三种细胞器协同发生反应的。其中乙醇酸、乙醛酸和甘氨酸等均为C_2化合物，故此过程又有C_2循环之称。

光呼吸可防止高强光对光合作用的破坏作用，往往在强光和CO_2不足条件下，光反应中所产生的同化力超过碳同化的需求，通过光呼吸的消耗，光合器免于受损，保证了光合作用的正常进行。光呼吸的生理功能可能是多方面的，通过控制或调节光呼吸来提高光合效率的问题尚有待进一步探讨（见图）。

（孟繁静　陈云昭）

光能利用率 (solar energy utilization rate)　一定时间内在单位面积上作物通过光合作用积累的干物质所含能量与同时间投射到该面积上的太阳总辐射能量之比。植物的光能利用率，全球平均只有0.1%；一般作物全生育期光能利用率约为0.3～0.5%，较高的可达1%，在某一段全覆盖高光效的短期内，可高达5～6%。常用的光能利用率计算公式：

$$E\% = \frac{\Delta W \cdot H}{\sum S} \times 100\%$$

式中：$E\%$为光能利用率，ΔW为单位面积的干物质增加量；H为单位干物质的产热率（一般碳水化合物为4 250～4 300卡/克，玉米4 070卡/克，大豆5 520卡/克，水稻3 750～4 300卡/克）；$\sum S$为同期总辐射量（单位为卡/米²）。一般光能利用率均以生物量计算，但若计算籽粒的光能利用率，则生物量应乘以经济系数。

光能利用率中的光能还常以有效辐射能表示。一般有效辐射量占总辐射量的近1/2，因而有效辐射能利用率为总辐射能利用率的一倍多。

由于作物光能利用率与单位面积产量有着密切关系，因此，自从20世纪60年代以来，各国的科学家对光能利用率，纷纷开展研究。例如美国的R．S．卢密斯（Loomis）和W．A．威廉姆斯（Wiliams，1963）、日本的村田吉男（1963）、苏联的A．A．尼启波罗维奇（Ничипорович，1966）等，先后开展了作物光能利用率与产量关系的研究。中国科学院上海植物生理研究所殷宏章等（1963），结合生产实践也进行了作物光能利用率的研究。

作物光能利用率的提高，是综合因子作用的结果。光、热、水、养分和空气是作物生长发育和产量形成不可缺少的主要因素。为了提高作物的光能利用率，必须充分发挥各种因素的综合作用。　（薛德榕）

光叶苕子 (smooth vetch)　豆科巢菜属的一个变种，学名 *Vicia villosa* Roth var. *glabresens* Koch，越年生或一年生草本。又名光苕、光叶紫花苕子、稀毛苕子。为冬季绿肥、饲草或覆盖保土作物。本种系毛叶苕子在美国俄勒冈州所产生的一个稀毛生态型变种，美国南部诸州均有栽培。中国于20世纪40年代自美国引进南京，现种植于安徽、山东、河南、湖北、云南、四川、贵州等省，种植面积曾达70万公顷左右。在江苏及云南等地选出的早熟品种，生产性能良好。

主根粗，入土深1～1.5米，侧支根发达；主茎不明显，胚轴有2～5个分枝节，一次分枝5～20个，二三次分枝常超过30个，多的可达100个，蔓生。长1.5～3米，四棱形，中空有稀疏短柔毛；偶数羽状复叶互生，小叶8～20片，长1～3厘米，宽0.4～0.8厘米，顶端有卷须3～5个；总状花序，有花15～40朵，红紫色；荚果短矩形，光滑，浅黄色，含种子2～8粒；种子球形黑色，千粒重20～25克。

种子发芽适温为20～25℃，气温3～5℃时，地上部停止生长。开花结荚的适温为19～22℃，阴雨会影响开花授粉。耐寒性较强，在江苏当气温低至－10～－12℃时，开始受冻。耐旱性强，在伸长期以前也较耐湿，开花结荚期则不耐湿。耐瘠性和抑制杂草的能力均强。可以在pH4.5～9.0，质地为砂土至重粘土，含盐量低于0.2%以下的土壤上种植。

鲜草含干物质为13.06%，粗蛋白质3.49%；粗脂肪0.87%，粗纤维2.58%，无氮浸出物4.41%，灰分1.61%。初花期鲜草含N 0.50%，P_2O_5 0.13%，K_2O 0.42%。　（顾荣申）

光周期现象 (photoperiodism)　作物生长发育，特别是花器形成，对昼夜光照与黑暗相对长度交替出现的反应。不同纬度地区昼夜长度，随季节的更替发生规律性的变化。日照对植物的生长发育有明显的影响，有的植物要在较长的日照时数条件下才能完成生活周期；有的则要求较短的日照时数。植物的花芽分化，是营养生长过渡到生殖生长的转折点。虽然也受温度、水分、养分等影响，但日照长短是影响开花的主要因素。通常花芽分化作为进入光周期的开始，而以开花作为植物通过光周期的主要标志。除开花之外，树木的秋季落叶、芽的休眠以及地下贮藏器官的形成，也与光周期现象有关。

光周期现象是美国科学家W．W．加纳（Garner）和H．A．阿拉德（Allard）1920年发现的。他们观察到烟草马里兰大型品种（Maryland Mammoth）在美国南部佛罗里达州种植时，能够正常地开花结实。引至华盛顿附近，在夏季长日照下，株高达3～5米而不能开花。但在冬季温室内短日照条件下，株高虽不及1米，却能正常开花。从而提出日照长度是植物开花的

关键因素。这一发现为以后的研究打下了基础。根据植物对光周期反应的不同，可划分为以下四种类型。

长日照植物(long day plant) 在较长的日照条件下才能开花的植物。日照越长，越有利于开花，日照稍短则开花缓慢，花量减少，日照短于一定极限则停顿在营养生长状态。属于长日照的作物有大麦、小麦、黑麦、燕麦、豌豆、亚麻、甜菜等。

短日照植物(short day plant) 在较短的日照条件下才能开花的植物。在一定范围内日照越短，越有利于开花。但日照过短，由于光合作用受阻，营养不良，抑制开花。日照稍长，则开花推迟，花量少。日照长于一定极限，或连续光照时，不能开花。这类植物在光照期反应中需要有最低长度的暗期。属于短日照的作物，有烟草、大豆、水稻、玉米、黍、粟、大麻、洋麻、黄麻等。

中日型植物(heutral plant) 又称不定型植物(indeterminate plant)或日中型植物 (dayneutial plant)。这类植物在任何日照条件下，即从相对短的日照长度至连续光照范围内均能开花。在光周期反应中不需要暗期。属于这类作物的有棉花、荞麦以及某些极早熟水稻品种、极早熟大豆品种和极早熟的烟草品种。

定日型植物(intermediate plant) 此类植物仅在一定范围的日照长度下开花，日照再长或再短时，明显地停留在营养生长状态。这类作物极少，如有的甘蔗品种，最适宜的日长为12小时45分，超于此范围都不能形成花芽。有些植物的开花要求双重的日照条件。有的植物在长日照条件下完成花芽分化过程，继续在长日照下则不能成花，花器官形成要求短日照。若仅以花芽分化为准，可称为长日照植物。从真正开花来说，应称为长一短日植物(long-short-day plant)。有些植物恰恰相反，称为短一长日植物(short-long-day plant)。日本学者江口庸雄则主张，将植物在花芽分化前和花芽分化后对长日照、短日照、中日的反应，结合在一起划分植物光照反应类型。他认为这样才能了解日照长度和开花的真正关系。

不同作物和不同品种对日照长短的要求和反应是由基因型决定的。它们只有在开花前达到一定年龄和生理状态时，遇到所需要的日照长度，才开始花芽分化和开花。过去，曾以12小时日照为界区分植物对光周期的反应；即将日照在12小时以上开花的称为长日照植物，在12小时以下开花的称为短日照植物。其实，不同的植物和品种对日照的要求都有一个最低或最高的极限，长日照植物对日照要求有一个最低的极限，只能在高于这个极限范围内开花。短日照植物对日照要求有一个最高的极限，只能在低于此极限日照下开花。引起长日照植物开花的最小日长和短日照植物开花的最大日长，称为临界日长(critical day length)。但有些长日照植物的临界日长小于12小时(如天仙子为11.5小时)，而有些短日照植物的临界日长又大于12小时(如籼稻为12.5小时)，所以以12小时作为区分长日照和短日照植物的界限是不合理的。长日照和短日照植物的区别，不在于引起开花的绝对日照长度多少，而在于它是在长于还是短于临界日长的条件下开花。长日照植物在大于临界日长；短日照植物是在小于临界日长条件下开花或加速开花；中日型植物没有临界日长；定日型植物则有一个适宜日长，只能在此日长时开花。

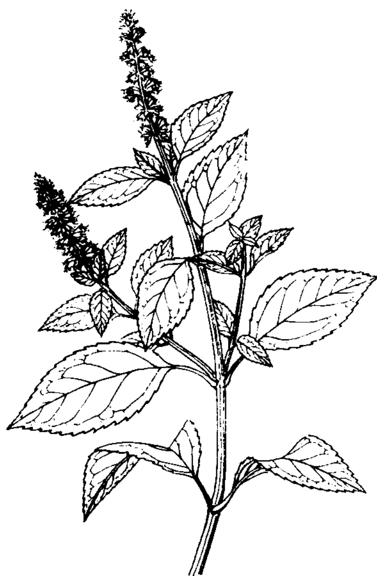
作物光周期现象与其地理分布和系统发育有很大关系。中国位于北半球，日照在夏至最长，冬至最短，春分和秋分各为12小时。纬度越高，冬季和夏季日照长度变化越大。在中国南方(低纬度地区)，没有长日照条件，以种植短日照作物为主；北方(中纬度地区)，夏季的长日时期和秋季的短日时期的气温有利于作物生长，长日照和短日照作物均有种植；在东北部(高纬度地区)，由于春季和秋季的短日照时期的气温低，只有在夏季长日时期，作物才能正常生长，因此多数种植长日照作物和对日长不敏感的短日照作物。

了解光周期现象，有利于控制作物的生长发育，以及根据作物的光周期反应特点进行合理引种。在育种工作中，可控制光照长度以调节亲本花期，保证杂交工作的进行，也可根据光周期反应，培育适应性强的品种，以及进行南繁北育，加速育种过程。在园艺实践中，可调节光照，使一些观赏植物一年四季均可开花。 (程舜华)

广藿香(cablin patchouli) 唇形科广藿香属的一个种，学名*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.，多年生草本植物。别名刺芯草、藿香、枝香。以全草供药用。原产菲律宾、马来西亚等地。中国自宋初引入，主产广东、海南、广西、云南和台湾等省(自治区)的热带、亚热带地区。

株高30～100厘米，揉之有香气。茎直立，上部多分枝，老枝近圆形，幼枝方形，密披灰黄色长柔毛。叶对生，卵形或椭圆形，先端短尖或钝，基部宽楔形或近心形，叶缘有不整齐的钝锯齿或分裂，两面均密被灰白色短柔毛，叶面深绿色，背面浅绿色。轮伞花序密集成假穗状花序，顶生或腋生，花萼筒状5裂，花冠唇形，淡紫红色。花罕见。小坚果球形略扁。

喜温暖湿润气候，怕干旱和霜冻。年平均气温在22～25℃、年降水量在1 600～2 000毫米的地区生长最为适宜。当气温降至17℃以下，则生长缓慢。如温度降至0℃或遇有短期霜冻，则易死亡。遇高温暴雨，易烂根；遇干旱，产量明显下降；遇曝晒，叶面易枯萎。以排水良好、深厚肥沃的砂质壤土为宜。扦插繁殖，用育苗移栽法或直插于大田。3月至4月或9月至



广藿香

10月扦插，可选当年生节间较密的粗壮枝条上的顶梢为插穗，剪成15～20厘米的小段，将下部叶片剪去，仅留顶端两片叶，按行距15×15厘米扦插育苗。扦插后一般10天生根，25～30天移栽，按行株距50×40厘米开穴栽种。生长期间应经常浇水，保持土壤湿润，并要防旱，防涝，搭棚遮荫。还可与瓜类、蔬菜、玉米、芋等间作。有霜地区要盖草防霜。病虫害有细菌性角斑病、根腐病；蚜虫、地老虎、蝼蛄、卷叶螟、红蜘蛛等。在生长茂盛时采收。3月至4月扦插者，可在当年11月至12月采收；9月至10月扦插者在翌年7月至8月采收；海南省每年采收两次，第一次在5月至6月，第二次在9月至10月。将全草挖起，晒蔫，扎把，"发汗"后去须根，晒干。每公顷产干货3 000～7 500 千克。

全草含挥发油15%，油中主要成分为广藿香醇(Patchoulic alcohol)约52～57%，另含刺芯草醇(Pogostol)、丁香油酚等。药理实验：有抗真菌和抗钩端螺旋体作用。味辛，性微温。能化湿和中，解暑，辟浊。主治暑湿感冒、胸闷、腹痛、呕吐和泄泻等症。

(王亚淑)

广木香 见云木香。

国际半干旱热带地区作物研究所 (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) 是国际农业研究磋商小组下属的国际农业中心之一。简称ICRISAT，1972 年7月成立，总部设在印度安德拉邦(Hyderabad)海德拉巴市西北26公里的派坦丘卢(Patancheru)。

所的领导机构是理事会，由13个国家的15名农业专家组成。现设总所长1人，所长2人分管科研和国际合作。研究内容包括高粱、珍珠粟、豆类、花生、耕作制度和经济等，由育种、植物保护、植物生理等多专业组成。配合研究工作还设有生物化学、遗传资源、交际和培训、情报服务、统计、计算机服务、图书馆和文件服务、实验植物服务、农场发展、食宿服务与管理等单位。1983年全所共有高级人员77人，科学家及监督管理人员162人，其它人员2 086人。总部占地约1 400公顷，有现代化的种质库、化学实验室、电子计算机等。

该所研究目标为提高及稳定半干旱热带地区的主要作物的产量及食用品质，研究充分利用该地区人、畜力资源和在有限降雨量下的耕作制度。并派科学家到非洲八国，以及墨西哥、叙利亚和印度的六所农业大学建立合作试验站。还设立新撒哈拉中心为非洲的总部。

该所成立十余年来已育成一批推广品种。截至1983年止，共收集世界有关农作物种质资源超过76 000份。其中高粱12 353份、鹰嘴豆12 500份、珍珠粟10 000份、木豆8 718份，已进行评价并将资料输入电子计算机。每年向几十个国家分发大量种子，为印度及亚非各国培训了大批科技人员，并接受访问学者进行研究，有权授予博士或硕士学位。

(陈家驹)

国际干旱地区农业研究中心 (The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) 由国际农业研究磋商小组于1977年创建，简称ICARDA。其前身是"干旱地区农业发展计划"，总部原设于黎巴嫩的贝鲁特，1981年迁往叙利亚北部的阿勒颇(Aleppo)。

中心的领导机构为国际理事会，由15人组成，设主席和副主席，成员均来自不同国家。共有高级科研和行政人员122人，其中近半数为博士，来自多个国家。1986年有四个研究计划：耕作制度、食用豆类作物改良、禾谷类作物改良、牧场和饲料作物改良。有试验地948公顷；拥有现代化种质库，并配备电脑系统。中心通过国际农业研究磋商小组，接受国际上的捐赠作为主要经费来源。

中心以研究西亚和北非地区农业为主，包括东起巴基斯坦西至摩洛哥，北起土耳其南到苏丹等22个国家。这一地区70%土地的年降水量为200～600毫米，大部分集中在冬季，常年缺水，是世界上严重贫困地区之一。中心的主要任务是培育该地区主要作物的优质、耐旱与高产的新品种和改进耕作制度。并担负着将中心建成为硬粒小麦、大麦、小扁豆和蚕豆的国际研究中心，小麦、鹰嘴豆、饲料作物的地区研究中心，干旱地区的国际农业科研合作与培训中心。

该中心已搜集本地区作物大量种质资源。至1983年为

止，包括大麦14 140份、硬粒小麦19 560份、蚕豆3 091份、小扁豆5 486份、喀布里型鹰嘴豆5 350份，以及苜蓿、豌豆等饲用作物17 000多份。近年育成耐旱和抗病虫害的硬粒小麦新品种沙姆（SHAM）1号和沙姆2号，在先进栽培技术下，能使产量从每公顷1.5吨增加到6吨。还培育出可冬春两季种植的喀布里型鹰嘴豆品种，既能大幅度提高产量，还有利于土壤改良。

（杨世基）

国际马铃薯中心（International Center of Potato） 西班牙文简称为CIP，前身是美国洛克菲勒基金会在墨西哥设立的国际马铃薯机构和美国北卡罗莱纳州立大学设在秘鲁的马铃薯机构。1971年将这两个机构合并，建立为国际马铃薯中心，设在秘鲁首都利马市郊的拉莫利纳（La Molina）。受国际农业研究磋商小组的领导和监督，内部最高领导机构是理事会，日常工作由总主任负责，该中心有工作人员450多人。主要进行培育产量高、品质优良、抗病虫和适应性广的马铃薯新品种，活动重点地区是热带和亚热带发展中国家。

该中心设5个试验室、4个试验站。保存马铃薯品种资源，包括野生种共1.2万多份。中心还在哥伦比亚、巴西、肯尼亚、土耳其、突尼斯、印度和菲律宾设有国际试验基地，将"中心"育成的改良群体送去试种、评比和鉴定，各国从中选育优良品系命名并推广，试验中若有问题再带回中心研究。

中心成立以来，从所收集的大量资源中筛选出一批具有抗病性、抗逆性强的材料，并已应用于育种工作，到1983年为止，各国应用中心提供的材料已育成60个新品种。此外在病毒的诊断、热带地区的种薯贮藏方法和加工技术等方面，都取得了一些科研成果。

在中心或国际试验基地，还举办国际马铃薯技术培训，如在1982年有来自各国的600多人参加了技术培训。该中心1985年9月在北京设立联络办公室，成为第八地区研究点，并与有关科研单位开展一批合作研究项目。

（张　颖）

国际热带农业研究所（International Institute of Tropical Agriculture） 简称IITA，建于1967年，位于尼日利亚的伊巴丹（Ibadan），是国际农业研究磋商小组属下设于非洲的研究中心之一。起初仅限于研究非洲热带低地的农业，以后扩展包括对其他大陆热带半干旱地区农业的研究，目标是提高这些地区主要粮食作物的产量和质量。

该所最高领导机构为理事会，由12个国家的15名农业科学家和农业部的领导人组成。设所长1人，副所长4人。设有谷物改良、食用豆类改良、块根块茎作物改良、耕作制度等研究室。此外尚有遗传资源、病毒学和生物统计等实验室以及国际协作和训练、文献情报和图书、农场管理等机构。1984年研究人员106人，来自世界各国，半数以上具有博士学位。

全所有土地1 000公顷，并在奥尼（Onne）和伊肯尼（Lkenne）设有两个分站，分别拥有试验地80和40公顷。业务包括研究、培训和咨询三方面。在科研方面，着重研究谷类作物、豆科作物和块根块茎作物的选育和改良，以及耕作制度的改革。通过对204个豇豆新品系进行评定，选育出CIT-1型等早熟豇豆品种，生长期60～65天，而传统品种为120天。用国际水稻所的材料与当地品种杂交，已培育出ITA212和ITA230等陆稻品种，每公顷产量在6吨以上。培育的8329－23型等玉米杂交种，每公顷产量在10吨以上，比对照种高50%。培育的TIb-1型等甘薯品种，具有高产、抗病虫等特点，每公顷产量为30吨，而当地传统品种仅10吨。

到1983年底为止，共收集到水稻种质资源7 585份，豇豆11 509份，木豆1 600份，大豆1 350份，花生1 250份。

办有各种训练班，培训研究和推广人员。从1970～1983年，共有84个国家和地区的2 793个科技人员接受过该所培训。

（曾　毅）

国际水稻研究所（The International Rice Research Institute） 简称IRRI，位于菲律宾首都马尼拉附近的洛斯巴诺斯（Los Banos）。成立于1960年，是最早建立的国际农业科学研究中心。建所任务为指导世界重要稻区有关生产、管理、分配和利用全过程的研究；提供该所的研究成果、稻改良材料和种质资源、有关文献；培训青年科技人员；组织和召开学术会议。

所的领导机构是理事会。设所长1人，副所长3～4人，分管行政、科研、培训等。设有农业经济、农业工程、农艺、化学、昆虫、试验农场、国际水稻试验计划、灌溉和水管理、图书和文献中心、多熟制、育种、种质库、植物病理、植物生理、人工气候室、稻生产的培训和研究、土壤化学、土壤微生物、统计、情报等20个系。1983年有工作人员1 850人，其中研究人员约占17%、辅助人员为53%、行政人员30%。试验场地包括有水田145公顷和旱田107公顷。拥有一座现代化种质库，保存近64 000份稻种质资源，装有新型的电子计算机，各系均配备有微机，以及建有人工气候室等设备。建立了科技情报信息系统，现已收集全世界重要的水稻方面文献，共有2 000种期刊和60 000余册书籍。

所内开展9个学科间协作项目，即稻种质资源的评价和利用、病虫害防治、灌溉水的管理、土壤和栽培管理、气候环境及其对稻作的影响、影响稻产量的限制因素、对新技术的评价、种植制度、农机研制和

改良。在国际稻试验计划方面，至1981年试验网已普及五大洲75个稻生产国，共设有1 500个试验点。每年派约1/3的高级研究人员至主要产稻国家进行工作。自1962～1982年已培训了来自50多个国家的 3 007 名稻科学家，以及短期训练技术人员3 000人以上。

1966年开始育成国际稻（I R）优良系列品种。如高产、半矮秆的IR8；1976 年推广 IR36，现已成为世界上种植面积最广的水稻品种。该所于 1982 年获得国际农业研究奖—比利时博杜安国王奖和“第三世界奖”。（杨世基）

国际玉米小麦改良中心 (The International Center for Improvement of Corn and Wheat) 西班牙文简称为CIMMYT，建于1966年，总部设在墨西哥首都东北45公里处的埃尔·巴丹（El Batan）。中心受国际农业研究磋商小组的领导和监督，内部最高领导机构是理事会，由14个国家的16名科学家或农业部的领导人组成，日常工作由中心主任负责。1984年，中国小麦专家庄巧生被选为理事。中心1983年共有工作人员700人，其中高级科学家和各方负责人80人，来自近30个国家。

中心宗旨是通过玉米和小麦的改良，协助各国（主要是发展中国家）提高玉米和小麦的产量。主要任务之一是搜集玉米和麦类品种资源，并进一步加以分类、保存、繁殖和利用。到1984年已从46个国家搜集玉米品种资源1.2万份，麦类资源（包括普通小麦、硬粒小麦、大麦和小黑麦）共7.7万份。中心利用这些资源，通过玉米改良计划和小麦改良计划，从事早熟、抗旱、抗病虫、适应性和改良蛋白质品质，以及属间杂交等项研究，选育优良高代材料，然后组织国际试验。经济研究计划配合玉米、小麦改良计划，进行社会、经济、技术综合研究。中心在全世界建立了包括有17个地区性研究计划的国际试验网络，有150多个国家参加，包括数千个试验基点，进行4 000多项试验。参加试验的国家可随意利用中心寄去的种子材料，当某个材料最终被这个国家命名为新品种时，中心不索取专利或育种权。仅1980～1982年，全世界就有12个国家利用中心提供的品系材料，选育并命名43个普通小麦新品种，9个国家命名32个小黑麦新品种；1977～1981年有22个国家命名69个优良玉米品种。近年来，世界许多国家引种墨西哥小麦品种的面积达3 000万公顷，增产效果显著，被誉为“绿色革命”。为此，1970年曾获得联合国教科文组织颁发的科学奖，小麦育种家勃劳格，同年获得诺贝尔和平奖。（张　颖）

国际植物遗传资源委员会 (International Board for Plant Genetic Resources) 简称IBPGR，建立于1974年，是国际农业研究磋商小组（Consultative Group on International Agricultural Research，简称CGIAR）系统的国际农业研究中心之一，其宗旨是促进世界植物遗传资源的工作，包括组织遗传资源考察和建立全球基因库网。

委员会设在意大利罗马，有委员17人，包括主席1人，其中至少有 4 人应来自发展中国家。委员以个人身份参加，不代表本国政府，任期 3 年，可以连任一次。1983～1986年中国专家许运天被选为该委员会委员。委员会每年第一季度召开全体委员会议一次，设执行委员会和秘书处，处理日常工作。秘书处设专职人员若干人，部分常驻罗马，部分派驻世界有关地区。委员会经费，由国际农业研究磋商小组的成员，包括有关国家政府、基金会和国际机构捐赠。

委员会与国际农业研究磋商小组系统的一些国际农业研究中心协作，共组建了**小麦、玉米、水稻、高粱与粟、菜豆**等 5 个作物种质咨询委员会。其任务是把有关该作物遗传资源的各方面意见提供给遗传资源委员会；负责研究和审议有关各种作物遗传资源的收集、保存、更新、分发、交换、评价利用、性状记载内容、电子计算机体系等问题；促进以有关农业研究中心为核心的国际合作关系。

委员会的工作包括：协调世界范围的植物遗传资源工作；与从事植物遗传资源工作的各个国际农业研究中心和国立机构建立联系；公布现存的水稻、小麦、大麦、高粱、粟、玉米、食用豆、根用作物、某些经济作物和蔬菜等遗传资源的名册；制订并公布多种作物的性状记载标准；组织并在经费上支持考察组到有关国家收集植物遗传资源；为一些发展中国家提供国家种质库的基本设备和资助保存无性繁殖的作物；对植物遗传资源进行性状描述和评价，以及对安全有效贮存植物材料有关的种子生理和应用研究予以资助。还组织人员培训工作，召开有关的会议，出版有关的书籍和资料，并为各个遗传资源中心在交换信息和植物材料方面提供方便。

（许运天）

国外作物文摘刊物 (field crop abstract published in foreign countries) 主要有两种类型。一种是检索性文摘，如英联邦农业局（Commonwealth Agricultural Bureaux）简称（CAB）出版的《大田作物文摘》（Field Crop Abstracts）、《植物育种文摘》（Plant Breeding Abstracts）、《高粱及粟类文摘》（Sorghum and Millets Abstracts）、《热带油籽作物文摘》（Tropical Oil Seed Abstracts）、《棉花及热带纤维植物文摘》（Cotton and Tropical Fibres Abstracts）、《马铃薯文摘》（Potato Abstracts）、《小黑麦文摘》（Triticale Abstracts）、《作物生理学文摘》（Crop Physiology Abstracts）、

《玉米优质蛋白文摘》(Maize Quality Protein Abstracts)、《蚕豆文摘》(Faba Bean Abstracts)、《水稻文摘》(Rice Abstracts)、《大豆文摘》(Soybean Abstracts)、《种子文摘》(Seed Abstracts)。美国北卡罗来纳州大学农业研究处烟草文献服务部(North Carolina State University Agricultural Research Service Tobacco Literature Service)出版的《烟草文摘》(Tobacco Abstracts)。国际热带农业中心(Centro International de Agricultura Tropical)简称(CIAT)用西班牙文出版的《木薯文摘》(Abstracts on Cassava)。苏联全苏科学技术情报研究所出版的单卷本文摘《作物栽培学文摘(生物学原理)》Реферативный Журнал 55 Растениеводство (Биология Основы)和《栽培植物的遗传与育种》(Реферативный Журнал 65 Генетика и Селекция Возделываемых Растений等。这些作物文摘刊物摘录了几十个国家、十几种文字、几千种书刊的文献，有比较完整的著者索引和主题索引，能系统检索作物文献。

另一种是报道性文摘，如全苏列宁农业科学院技术经济情报科学研究所 (Вниитэисх Васхнил) 出版的《文摘情报》(Реферативная Информация)中的有关分册。其中作物文摘有4种：《谷类作物分册》(Реферативный Журнал Серия Зерновые Культуры)；《玉米和高粱分册》(Реферативный Журнал Серия Кукуруза и Сорго)；《工艺作物分册》(Реферативный Журнал Серия Технические Культуры)。

（王永厚）

果蔗 (chewing cane) 蔗茎脆嫩多汁，清甜可口，适于作为水果食用的甘蔗品种。果蔗含糖分高，水分多，纤维分少，纤维较短而细韧，皮薄茎脆。中国果蔗，品质优良，营养丰富，有润津止渴，清凉解毒之功效。

甘蔗经过人类长期的选择，产生专供生吃的果蔗。中国有关果蔗的明确记载最早见于公元前2世纪东方朔著的《神异经》："南方有肝，甘蔗之林。其高百丈，围三尺八寸，促节多汁，甜如蜜，咋啮其汁令人润泽"。中国除主要蔗区外，安徽、江苏、河南、陕西、山东、河北等省以及西藏高原雅鲁藏布江河谷地区也有零星种植。果蔗也广泛分布在新几内亚婆罗洲等地区。

优良的果蔗品种具有甜、津、松、脆的特点，食感清甜多汁，不带咸酸异味；皮薄茎脆，无绵心或空心；咬落成块，撕不过节，嚼渣成团，不易散碎。外观上则以粗大、平直、均匀、明净，茎色鲜明悦目，节间长而平整，蜡粉较少，无生长裂缝，无木栓裂缝，无气生根，无虫孔病斑等为佳。

中国果蔗品种很多，主要有广东省的潭州大蔗和海丰腊蔗，福建省的福州白眉蔗和同安果蔗，浙江省的杭州青皮蔗和温州陶山蔗，四川省的脆皮洋蔗、大红袍脆皮蔗和白膳蔗，广西壮族自治区的红皮果蔗等。还有蔗茎较粗大，皮肉较脆嫩的热带栽培种"拔地拉"(Badila)在广东、福建、台湾等省主要作果蔗。

果蔗的栽培技术与糖蔗栽培技术有共同之处，但也有其特点。①选种。为保持果蔗的优良特性，须进行严格选择，一般采用片选或株选，选优去劣去杂，选择蔗梢饱满，节间粗大，长短均匀一致；蔗茎明净光洁，无生长裂缝，木栓裂缝；叶片宽大、青绿；无病虫害的蔗种。②选地、整地与播种。果蔗宜选择土层深厚、土质松软，肥沃，排灌方便，阳光充足，管理方便的田地种植；在施用人粪过多的菜园地或含盐分多的土地上种植的果蔗，其蔗汁带有咸味，品质次。整地方法与糖蔗栽培大致相同(见新植蔗)，但要求更为精细。中国华南地区适宜的播种期多在2月至3月间，果蔗播种多行拌泥浆浅植。条播的株距多为10～15厘米，穴播的约为30～70厘米。每公顷播种量一般为15 000～30 000穴段。③施肥、灌溉与培土。施肥量一般要比糖蔗多20～30%，宜多施用豆科绿肥、豆饼、腐熟的牛粪和骨粉等有机肥，以促进生长保持甜津嫩脆的优良品质。但不宜施用人粪。须勤施薄施追肥，停止施肥时间较糖蔗略迟。果蔗对水分反应敏感，需水量比糖蔗多，灌溉次数须相应增加，停止灌水时间也比糖蔗略迟。培土作业也比糖蔗更为精细。④剥叶，围篱与搭架。果蔗剥叶不仅可以提高糖分，减轻病虫为害，还可保持茎色匀净，增进美观。剥叶自伸长中期开始进行，大致每半月至一月进行一次，每次自下而上剥去枯老叶片2～3片。植株长至1.7～2.0米时，开始围篱，避免蔗茎风吹、日晒，防止纤维粗硬，茎色不鲜。围篱的方法是利用已剥下的长枯叶，扎成小束，编结围于蔗田四周，围障底部宜略高于地面，以利通风。沿海地区，果蔗植株高大，又较脆嫩，易受风害，注意培土以防风折和倒伏。⑤病虫防治。果蔗病虫害较糖蔗严重，务须加强病虫害防治。但果蔗系供生吃，不宜使用农药，应采取综合防治措施，实行合理轮作，合理施肥与灌溉排水，结合选、留种拔除病虫为害植株，采用人工捕杀和生物防治。中国福建和台湾蔗区利用红蚂蚁防治果蔗螟虫。⑥收获贮藏。果蔗的收获期因地而异。一般除欲上市的可在12月底收获外，一般冬季有霜地区大多留至轻霜后2～3天收获，此时收获品质较优，较耐贮藏。果蔗一般不留宿根，收获时宜连根挖起，劈去蔗梢，留种用的单独收藏；受损伤的另行挑出先出售；其余蔗茎可按粗细、长短分级缚捆，妥善保存，以延长销售期。

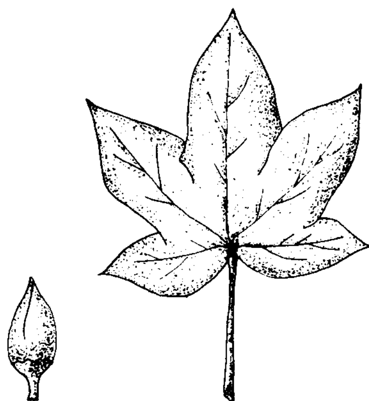
（林真真）

H

海岛棉（sea-island cotton）　四倍体栽培棉种之一，学名*G. barbadense* L.。染色体数2n＝4x＝52。原产于南美洲、中美洲和加勒比海诸岛。因曾大量分布于美国东南沿海及其附近岛屿，故称海岛棉。最早在南美洲的智利到厄瓜多尔一带广泛栽培，欧洲人移居美洲后，传入北美洲，后又传入非洲的埃及、苏丹及亚洲一些国家。

一年生海岛棉有埃及棉型和海岛棉型两种。埃及棉型海岛棉是1820年法国工程师M. 朱梅尔从埃及开罗的庭院中采集的一株海岛棉，经培育发展而逐渐形成的，俗称**埃及棉**。适于雨量少的灌溉棉区栽培。埃及育种家选育了许多吉扎（Giza）系统的品种，苏联和中国新疆维吾尔自治区种植的一些长绒棉品种，均属于埃及棉。海岛棉型海岛棉多在美洲种植，植株较大，较耐湿，纤维品质好，如美国的海流（Seabrook）品种。海岛棉除一年生类型外，还有两个多年生变种。即巴西棉*G. barbadense* L. var. *braziliense* 和达尔文氏棉*G. barbadense* L. var. *darwinii*。中国云南省南部零星分布的一些多年生海岛棉，当地称为木棉，也有两种类型。一种是铃瓣里的种子紧密联合成肾形团块的"联核木棉"，属于巴西棉变种；另一种是铃瓣里的种子各自分离的"离核木棉"，即一般的海岛棉。

栽培的海岛棉，多为一年生亚灌木。植株较高大（100～150厘米）、健壮，叶片大，生育期150～220天，成熟较晚。其叶片、花冠、棉铃及纤维性状等具有明显的特征（见**陆地棉**附表）。



海岛棉的叶、铃形态特征

海岛棉的棉铃较小（见图），单铃籽棉重3克左右，衣分在30～35%之间。皮棉产量大多低于陆地棉。海岛棉纤维细长，强力高，是品质最优的栽培种。商业上称为长绒棉，适于纺织高档棉织品或与化纤混纺。由于海岛棉生育期长，并对土壤和空气湿度敏感，在潮湿多雨地区易徒长，所以多分布在生长季节长、温度高、雨量少的灌溉棉区。主要种植区有埃及、苏丹、秘鲁、苏联等国。中国于20世纪50年代初，在新疆维吾尔自治区开始种植埃及棉，面积达3万多公顷，成为长绒棉的主要产区。　（汪若海）

海斯，H.K.（Herbert Kendall Hayes，1884～1972）　20世纪前半期国际著名的作物遗传育种学家。1884年3月11日出生于美国康涅狄格州北格兰贝（North Granby）的一个农家。1908年毕业于麻省农学院，1911年获哈佛大学硕士，1921年得博士学位。大学毕业后，在美国农部烟草处供职，被派驻到有关州试验站任助理农艺师、农艺师。1915年执教于明尼苏达大学，1918年升教授，1928年起兼农艺及植物遗传学系主任，直到1952年退休，为终身教授。



海斯执教期间，特别强调专业协作，相继组织开展小麦、燕麦、亚麻、梯牧草（Timothy）等作物的抗病育种研究，取得显著成效。育成的著名抗锈春小麦品种萨其尔（Thatcher），1914年在美国、加拿大两国种植面积达6 800万公顷。他早期从事玉米自交与异交的研究，支持杂种优势利用的工作，是美国发展杂交玉米的先驱者之一。同时也是应用生物统计和田间技术于育种工作的先行者。先后发表论文和研究报告146篇，其中单独或以第一作者发表的有100篇。以他为首合著的《植物育种学》 Methods of Plant Breeding 一书，1921年初版，后修订了三次。在长达40年中广泛用作大学教材，有多种文字的译本。他培养的研究生共225名，其中博士140名，有77名已是作物育种界的佼佼者。从1911年起，他便是美国农艺学会的会员，1935年任该会主席，还被聘为许多国家农艺、种子学会的名誉会员。1936年来华讲学，应聘为中央农业实验所顾问；1941年任智利政府农业顾问，荣获嘉奖；1952～1953年受聘为菲律宾大学顾问。在60年的科研实践中，他对确立现代作物育种方法体系、发展育种科学事业，做出了卓越贡献。

（庄巧生）

孩儿参 见太子参。

寒露风（low-temperature damage in autumn） 晚稻孕穗、出穗到灌浆初期受秋季骤降低温影响而减产的一种农业气象灾害。由于在中国南方多发生于农历寒露节前后，故名。出现时间由高纬度向低纬度，由内陆向沿海逐渐推迟，一般长江中下游多发生在9月下旬；华南地区多发生在10月上旬。水稻受害的特征是：孕穗期尤其是花粉母细胞减数分裂期受害，造成颖花畸形、退化、花器不能正常发育；出穗开花期受害，花期推迟或花药不开裂，花粉发育不良，受精率降低，形成大量空壳；灌浆前期受害、灌浆延缓或停滞，形成大量秕粒、青粒。

致害温度指标，一般粳稻为连续2～3天日平均气温低于20℃，日最高气温低于23℃，或日最低气温低于17℃（灌浆期15℃）；籼稻为连续2～3天日平均气温低于22℃，杂交籼稻23℃，日最高气温高于24℃，或日最低气温低于20℃。品种耐寒性不同或危害的生育阶段不同而又有差异。防御低温为害的措施：①选用早熟、后期耐寒的优良品种；②适时早播早栽。晚茬迟栽田也要用老壮秧或两段育秧法育秧，并加强水肥管理，使水稻在寒露风来临前安全齐穗；③注意气象预报。低温来临前，利用水的热容量大，气温下降时降温慢的特点，灌7～10厘米深水护根，以提高根际温度。 （李成荃）

旱稻 见陆稻。

旱地耕作制（farming system of rainfed area） 完全依靠自然降水种植作物的**耕作制度**。它是一种雨养型农业（rainfed farming），降水量的多少和分布在很大程度上影响着它的作物组成、产量水平及其稳定程度。其中，泛称的“旱农”（dry farming）指的是年降水量250～500毫米半干旱地区没有**灌溉**的农业。

人类种植业生产的发展，一般是由没有灌溉的旱地开始，所以旱地耕作制的历史最久，分布最广，内容与形式多种多样。

旱地耕作制在世界各大洲占有极大的比重，约占耕地的90%左右。中国无灌溉条件的旱地，据1978年统计，占总耕地面积的52%。主要分布于秦岭、淮河以北的北方各省（自治区、直辖市），西南、华南地区，以及长江中下游的丘陵地区也有分布。

中国旱地耕作制的类型按气候、地理位置及地势等特点，可分为北方旱地型与南方旱地型两大类：①北方旱地型一般属半干旱及半湿润地区。年降水量在350～700毫米。年干燥度在1.0～3.99之间，热量条件较差，≥10℃的**积温**一般不超过3 400～4 500℃，熟制为一年一熟或二年三熟或一年两熟；复种指数较低，一般不超过150%。主要种植耐旱作物，如春小麦、冬**小麦**、**大麦**、**黍**、**粟**、**高粱**、**玉米**、薯类、豆类、油料及**棉花**等。②南方旱地型一般属湿润地区，年降水量常在800～1 000毫米，高的可达2 000毫米以上，年干燥度一般在1.0 以下；热量条件也较为优越，≥10℃的积温一般在4 500～5 000℃，可一年二熟，部分地区可套种三熟。复种指数较高，一般在200%左右。种植棉花、麻类、玉米、大豆、薯类、小麦、大麦、蔬菜等作物。种植方式常采用间作、套种。在上述两类形式中，根据海拔及地形、地貌的特点，一般又可分为平原区、河谷平坝区、浅山丘陵区和高山区等若干亚类。

在旱地耕作制中作物种类的选择，因受降水变率大、季节分布不匀及保证率较低等因素的影响，只能以种植旱地作物为主。粮食作物中种植面积最大的是小麦，其次是玉米，再次为薯类及大豆。粟、糜黍、高粱、大麦等也占有一定面积。经济作物中种植面积最大的是油料（包括花生、油菜籽、芝麻、向日葵等），其次是棉花、麻类、甜菜、烟草等。

旱地耕作制中的熟制，因所在地区的温度、水分等气候条件、土壤及地势条件、劳力情况及生产条件的不同而有很大的变化。中国西北、东北地区的绝大部分和华北地区的北部，≥10℃的积温在3 400℃以下的，基本只能一年一熟；东北、西北地区的南部，华北平原大部及陕西省的渭北地区，≥10℃的积温在3 400～4 500℃的地带，可二年三熟或一年二熟（冬小麦复种早熟糜子、荞麦等）；江淮之间及长江流域≥10℃的积温在4 000～4 800℃，主要为冬小麦，复种玉米、粟、甘薯、大豆的两熟地区，如采用套种亦可三熟；珠江流域、岭南等地区≥10℃的积温在4 800℃以上，一般可三熟。就降雨量来说，年降水量在400～500毫米以下者，一般仅能满足一年一熟的需要；500～650毫米者，常为二年三熟或三年四熟的地区；一年二熟的地区，经常需要700～800毫米以上的降水量。年降水量在400毫米以下的地区则往往只能三年两熟或四年三熟，或需要进行全年休闲，积蓄降水，以补充土壤水分的不足。

旱地耕作制的轮作换茬方式很多，有以豆类作物为恢复地力或缓和地力消耗为手段的，如大豆→玉米、大豆→高粱（吉林、黑龙江）；青稞→豌豆→春小麦→油菜（青海）；豌豆→春小麦→粟→芸芥（宁夏）；豌豆→冬小麦→黍、糜（渭北）等轮作换茬方式。其中均安排一定面积的豆类，以缓和地多肥少之间的矛盾。其次，在降水量偏少地区（300～400毫米），也经常利用全休闲作为积蓄水分和恢复地力的手段。如在华北北部及西北地区常见的：休闲→春小麦→燕麦→马铃薯→粟（内蒙古）；休闲（1～3年）→冬小麦（2～3年）（新疆北部）；

休闲→春小麦→豌豆(青海); 休闲(或豌、扁豆)→春小麦→黍、粟(甘肃)等这些方式中均包含有全休闲的环节。

南方旱地轮作换茬方式, 多采用间作、套种形式, 向多熟制发展。如西南地区冬小麦套作玉米, 再套甘薯(或豆类)是最常见的方式; 马铃薯套作玉米, 再套大豆是湖北、云南山地、丘陵地常见的方式。在南方的旱地多熟制中, 还常常安排一些经济作物、饲料作物及蔬菜的换茬。

旱地由于缺乏灌溉条件, 土壤水分常感不足, 尤其在中国北方春旱频率高达44～70%。其次是夏旱和伏旱, 秋旱较少, 但也偶有发生; 南方地区虽降水量较多, 由于气温高, 在浅山丘陵的旱坡地上, 如降水不及时, 也时有干旱现象发生。因此, 在旱地耕作制中必须依靠土壤的蓄水保水能力来保证作物对水分的需要。

旱地的土壤肥力, 因水分条件不足, 常低于水田和水浇地, 产量也较之为低。冲刷较严重的丘陵坡地尤为突出。一般表现为土壤水分不足, 有机质含量低, 缺氮、缺磷或氮磷俱缺; 无论增施有机肥料或化学肥料, 均有明显的增产效果。如有机、无机肥料配合使用, 则效果更佳。 (马世均 钮溥 熊凡)

旱地三熟制 (triple cropping in rainfed area) 在同一块旱地上, 一年内接连或套种三季作物的**种植方式**, 简称旱三熟。中国早在18世纪, 就有三茬套种的记载, 到20世纪50年代, 随着农业生产条件的改善和技术的进步, 旱三熟得到较大发展。

旱三熟在中国主要分布在: ≥10℃的积温在5 000～8 000℃以上, 无霜期250天以上至终年无霜, 年降水量900毫米以上的长江流域和珠江流域。其中, 热量条件二熟有余三熟不足的长江流域和西南部分地区, 为了充分利用生长季节和土地, 常用带状套作或留行套作的方式, 将三种不同季节种收的旱地作物组成套作三熟。在热量条件充足, ≥10℃积温在6 500～8 000℃以上的珠江流域, 一年之内可以连续种收三季旱作物, 成为复种三熟。

旱地套作三熟, 系由三种不同季节种收的作物组成的复合群体, 其种植技术比旱地复种三熟和非带状套作三熟要求更高。以四川省比重最大的小麦/玉米/甘薯三茬套作为例, 其技术要点为: 按1.6～2米复合带距为一单元, 对等分为甲、乙两个种植带, 第一年, 甲带种小麦—甘薯, 乙带种冬绿肥—春玉米+大豆—秋绿肥(或秋豆、秋菜), 第二年甲、乙两带交替茬口, 换带种植。如此往复循环, 形成定期带状轮作。

旱地三熟制高产的关键, 是要解决好三季作物共生期间的矛盾。①选用矮秆、早熟、高产的品种, 合理搭配; ②采用管理方便, 有利三季作物均衡增产的带距和带比, 建立合理的复合群体结构与密度; ③因地制宜, 安排好多种作物, 合理实行带状轮作; ④适时套种, 加强共生期的田间管理。 (熊凡)

旱地小麦 (rainfed wheat) 指在干旱、半干旱地区依靠自然降水栽培小麦。这类地区小麦全生育期降水少, 缺乏**灌溉**条件, 小麦生长全靠自然降水, 其产量的高低与生长年度降水多少及降水的适时程度关系密切。中国的旱地小麦主要分布在东北西部、华北北部、西北、内蒙古以及青藏高原。这些地区小麦全生育期降水为150～250毫米, 如果因地制宜地采用相应的耕作栽培措施, 旱地小麦也能获得较好收成。

农田建设 旱地小麦多分布在水土流失和土壤风蚀地区, 搞好农田建设, 防止水土流失, 提高蓄墒抗旱能力, 才能稳产丰产。丘陵区和旱塬地, 坡度在25°以上者, 应退耕还林、还牧, 植树种草, 增加植被, 减少水土流失。坡度在25°以下的山坡地可以种麦, 沿山坡等高线横向耕作, 建成水平梯田。缓坡地或旱塬地, 则在沿等高线耕翻时, 加深加宽沟垄, 并横向修筑土档, 使田块形成小区, 建成垄作区田, 增加拦蓄雨水能力。梯田堰埂不仅要拍紧打实, 而且要种草固堰, 防止堰堤垮塌。梯田平整后, 如耕层生土过多, 可结合深耕增施有机肥, 以加速土壤熟化, 提高地力。地段坡度大的适当分块平整, 按照小平、大不平方式, 分层修成水平梯田。风蚀地区要种草植树, 修筑防护林带, 以利于防风固沙, 涵养水源, 改善生态环境。

耕作蓄水 深耕可破除犁底层, 加深耕层, 改善土壤通透性, 增加蓄水保墒能力。深度一般以23～26厘米为宜, 耕层宜逐年加深, 避免一次过深导致表层生土过多, 影响当年小麦生长。

中国北方冬麦区的旱地小麦生长期间多处于旱季, 降水量少。而麦收后休闲期间雨水较多, 约占全年降水的60%以上, 深耕可把这个时期的雨水蓄积在土中, 以供下茬小麦利用, 这是夺取旱地小麦丰产的关键。通常在2米深的小麦根系活动层内, 其有效储水量可达250毫米以上, 能够补充小麦生育期内雨水不足, 发挥"伏雨春用"作用, 可以确保稳产增收。深耕必须结合耙、耱保墒, 减少表层土壤水分蒸发。伏前要抢时深耕, 伏中多犁多耙, 立秋后则多耙少犁, 播前无雨只耙不犁。春麦区入冬时要进行土壤镇压, 以压碎土块, 减少蒸发; 早春当地表化冻3～5厘米时顶凌耙地, 以消除土壤板结, 防旱保墒。风多蒸发量大的春麦区, 可实行**免耕**、**少耕**以及**深松土**、耙耱地等耕作方法。

轮作施肥 合理**轮作**与增施肥料可以维持土壤营养平衡、调剂各种养分的累积和消耗, 恢复并提高地力。中国北方部分旱地冬小麦实行夏闲, 确保以一年一熟为主的种植方式, 可以促进地力恢复和有效蓄水。小麦连作时间, 冬、春小麦均以2～3年为限, 不宜过

长，否则不利于培肥地力。适当地扩种一些苜蓿、豌豆、小扁豆、毛叶苕子、油菜等与小麦轮作，是培肥地力的有效方法。东北春麦区多以大豆作小麦前作；黄土高原旱地冬麦区则实行小麦、豌豆轮作。增施肥料应以有机肥和化肥相结合；贯彻底肥为主，追肥为辅的原则。旱地冬小麦在播前用有机肥和化肥作底肥或种肥，均宜一次深施，尽量减少分期施用，以避免因春旱施肥而影响肥效。旱地春小麦底肥则宜结合秋耕时深施。

种植技术与田间管理　旱地小麦要特别重视培育壮苗。由于旱地小麦播种的适宜期短暂，应早作安排趁墒及时播种。在表墒不足而底墒较好的情况下，可采用深种浅盖或先镇压提墒再播种的方式；丘陵坡地或旱塬地，可结合水平沟或区田垄作等抗旱耕作措施，进行垄沟种植，播种前后均须镇压，随播随压，墒差时宜重压。旱地小麦采用沟播方式或种后保留播种沟，有利于蓄水、增温、防寒。春麦区在冬前整好地的条件下，早春应趁返浆期适时耙耱抢墒下种。东北春麦区的部分干旱区，水分蒸发大且风蚀严重，采取不深耕而深松土和耙茬播种小麦的方法。麦田管理要注意防寒、保墒，促苗发育。北方冬小麦于越冬开始时碾压、耙耱，结合追施适量化肥。早春解冻返浆期顶凌耙麦；起身至拔节前结合降雨可及时中耕，如底肥不足肥力不济时，要在早春深施化肥，便于趁墒发挥肥效。春小麦生育期短，发育快，可在三叶期压苗提墒抗旱，缓苗后中耕保墒，但须防止埋苗；追肥也宜在三叶期趁墒一次深施为好。　　　　　　　（李希达）

旱地栽培（dry farming）　在干旱半干旱地区不能灌溉的土地上种植农作物。包括最大限度地蓄水保墒和最大限度地提高水分利用率两个方面。围绕旱地栽培的蓄水用水过程，形成了以纳雨蓄水为主的耕作保墒技术；以培肥地力为主的施肥养地轮作技术；以培育壮苗为主的选用良种、适时适量控制作物群体生长的技术。三个方面密切配合，可达到以土蓄水、地肥保水、水肥保苗、苗壮根深、以根调水、开发土壤深层水、提高自然降雨利用率以实现旱作高产的目的。

旱地分布　世界干旱半干旱地区的土地面积约占全球陆地面积的34.4%，遍及五十余个国家。目前世界耕地面积约14多亿公顷，其中有灌溉条件的仅占10～15%，其余都是依靠天然降水从事农业生产。其中又有6亿多公顷，约占世界耕地面积42.9%，为干旱半干旱地区，年降水量低于500毫米。中国干旱半干旱地区总面积约占全国土地面积的52.5%，其中干燥指数在2.0以上、年平均降水量在200～250毫米以下，没有灌溉条件的干旱地区，约占国土总面积的30.8%。中国黄河中、上游黄土高原地区，年降水量在250～500毫米，是中国主要的旱作地带。

抗旱措施　根据当地实际情况，有针对性地采用工程措施与生物措施相结合，耕作与栽培技术相结合的配套措施。

修筑梯田　一般在坡度较大而水土流失严重的地区，可用里切外垫的办法，修成外高内低中平的水平梯田。能起到接纳雨水，防止地面径流，起到保水、保土、保肥的作用。

深耕耙压　中国北方黄土高原休闲地麦田，围绕接纳7、8、9三个月的集中降雨，采用改良传统耕作保墒技术。如麦收后浅耕灭茬，伏前抢时深耕纳雨蓄墒，雨后浅犁、粗犁（隔行犁），立秋前早细犁早带耙，播种前只耙不犁的耕耙保墒技术，可有效地解决高温雨季中蓄水与保水的矛盾。北方春作物的保墒技术，是采取秋深耕接纳秋雨冬雪，早春顶凌解冻趁墒耙耱镇压保墒。在作物生长期间，雨后中耕锄地破除板结，也可起到保墒的作用。

节水播种　干旱半干旱地区，播种期间常遇干旱，需采用抗旱播种保苗技术：①深播浅覆土播种法。适用于表土干燥而下层湿润的土壤。②沟播技术。小麦、谷子、糜黍等条播作物采用沟播，播后镇压，不耙不平沟，可起到抗旱防寒、提高地温和保苗早发的作用。③造墒播种。在土壤干旱不能保证出苗时，可采用开穴给水及钻孔给水的节水播种法。

合理轮作　豆科作物或牧草与禾本科作物轮作，可固氮肥田，残留大量含有氮磷钾的根茬于深层土中，可起到人工所不及的深层施肥效果，改善深层土壤结构，达到以根促根的目的。在旱薄地上增施磷肥，实行氮磷配合，满足作物苗期速效营养的需要，对加速苗期生长，形成强大的根系，奠定抗旱高产的苗型结构，具有突出效果。

综合技术　因地制宜运用以下措施：①砂田种植法及铺沙种植法（见**砂田栽培**）。②草肥覆盖免耕法。在风蚀、水蚀、土壤瘠薄、水土流失严重的丘陵地区，扩种牧草，在农田休闲期间，割草覆盖农田或粮草带状间作。草肥覆盖结合农田免耕，既可防止休闲期土壤水分蒸发，又能起到蓄水增肥，保土保肥的作用。③蓄水聚肥改土耕作法。这种方法是在传统的沟壕种、穴坑种的基础上改良形成的，具有深耕活土，防止冲刷，集中施肥、蓄水保墒，改良表土的良好作用。④轮耕休闲法。此法特点是使土壤休闲1～3年或更长时间。休闲期间仍事耕作保墒，不使长草消耗水分，使1～2年以上的雨水积存于土中，保持和恢复土壤肥力，供一熟作物之用。适用于土壤严重贫瘠、人均土地面积较多、雨水较少的地区。

抗旱作物和品种　不同作物的需水时期、需水量及对干旱反应不同。根据当地自然条件合理选用不同类型的耐旱作物，可充分利用自然降雨。谷子、糜黍等小粒谷类作物生态类型多样，抗旱性强，适应性广，

是旱薄地区的保产作物。旱地小麦播种是在雨季之后光照充足的秋季。在拔节期的干旱到来以前，能形成2米多深的强大根系，可吸收利用土壤深层水分。高粱在水分不多时暂停生长，持续耐旱，减少蒸发，一旦供水又可恢复正常生长。燕麦和裸大麦也是较耐旱的作物。同一作物的不同品种和生态类型，抗旱性也有很大差异。通常是营养生长繁茂，分蘖力强，根系发达，经济系数较低的品种，抗旱性较强；高产矮秆、大穗大粒型品种类型抗旱性差。在选用抗旱品种的基础上，适时适量播种，建立良好的群体结构，可节约用水，充分利用光、热、水资源，提高旱区作物产量。

（李焕章　苗果园）

旱地植棉（growing cotton in rainfed area）　通过一系列耕作栽培技术措施，在自然降水少而又缺乏灌溉水源地区种植棉花。

中国的旱地棉区是北方的半干旱及半湿润易旱地区，主要分布在辽宁省朝阳地区，河北省黑龙港地区，山西省晋中、南地区，陕西省关中地区和河南省西部的旱塬，以及山东省部分棉区，均属季风降雨区，年雨量500毫米左右，60～70%集中于夏、秋季。冬、春少雨，土壤水分经常不足，特别在雨季前，干旱严重影响了棉花播种、出苗和前期的生长。因此，因地制宜地采取综合抗旱栽培技术是旱地植棉的根本措施。

棉花是比较耐旱的作物，只要取得全苗，就能获得一定的产量。但要获得丰产，还需必要的水分保证。旱地植棉的主要技术措施是：①播种前棉田整地保墒。秋、冬耕地蓄墒，将夏、秋的雨水积蓄土中。早春时耙耱保墒，地表刚化冻时即顶凌耙地，耙后随耱；冻地消融后，用长齿耙耙地，随即耱平。播种前适当进行镇压提墒。②种子处理和抗旱播种。选用耐旱、发芽率和出苗率高、生长健壮的种子，在播种前温汤浸种，使之吸足水分。因地制宜采用机器或畜力播种，机播可使开沟、下籽、覆土、镇压程序一次完成，减少土壤水分损失。如墒情不足，可采用深播浅盖或套楼深播的办法；严重缺墒棉田采用开浅沟溜，摆子覆土起脊，种子发芽扎根后去脊扒平或用水楼播种的办法，也可进行担水点种。播种深度一般要求4厘米左右。毛籽播种量每公顷宜适当增加到110～150千克。③早春按确定的行距在棉行上覆盖地膜，然后适期在地膜上打洞播种。保墒效果明显。这是旱地植棉争取一播全苗，减缓干旱威胁，早熟丰产的有效措施。④增施和早施肥料。增施有机肥能提高土壤有机质含量，改良土壤结构，提高土壤蓄水、保水功能和调节养分供应能力。适当提早追施化肥，集中在蕾期一次深施氮素标准化肥每公顷220千克左右，以便及时发挥肥效。⑤密植早打顶。适当增加每公顷种植株数（9万～12万株），并适当提早到小暑后大暑前（7月中旬）打顶，单株的果枝数不少于5～6个，以充分发挥群体的增产作用。

（唐耀升）

旱育秧（dry rice-nursery）　整个育秧过程中，只保持秧田土壤湿润而不建立灌水层的育秧方法。其优点是：①土壤氧气充足，有利于萌芽种子进行旺盛的有氧呼吸，促进种子贮藏物质的转化，秧苗粗壮；②旱秧体内含碳、氮量高，移栽后发根力强，返青分蘖快；③旱秧细胞组织致密，自由水含量少，束缚水含量较高，植株挺韧，较耐低温、干旱，抗逆性强；④旱秧比水秧能早成熟，有利于抗低温增产。但抗苗稻瘟的能力较弱。旱育秧具有适应北方无霜期短、气温低、水源不足等生态特点的能力。20世纪70年代首先在东北各省推广应用，现已成为中国北方稻区培育壮秧、节水抗旱的一种重要育秧方法

秧田选地和床土培养　选择土质肥沃疏松、保水保肥力强、排水良好、pH值较低、水源方便的旱地、园田或水田做固定秧田。经年年多施农家肥，培养出理想的旱秧田。

整地做床　清除根茬施优质农肥后，浅翻或旋耕10厘米深。秧床规格同保温湿润育秧。做床后施氮、磷化肥，碎土整平，床面再用木磙镇压好。也可采取铺营养土方法，即在浅翻整平压平床面后，先均匀撒施化肥，再将配制好的营养土（优质农家肥和黑土混拌过筛）铺厚2～3厘米，然后整平床面再镇压，播前一天浇透水使5厘米深土层呈湿润状态。床土用草炭、腐殖酸或硫酸等酸化材料调整土壤pH值，有较好的防止黄枯、立枯和培育壮秧作用。

播种　播种期可比一般薄膜育秧早3～4天，播种量要稀一些。北方一般每平方米150～200克。播后压种入泥一半，使种子与潮土紧密结合，然后覆盖细肥土1厘米左右，并喷除草剂。再搭架盖膜。

秧田管理　播后至一叶一心前密闭保温，以后温度控制指标参照薄膜湿润育秧。一叶一心期必须及时喷杀菌剂“敌克松”预防立枯病。当土壤干燥、傍晚秧苗叶片不能展开时即应浇透水，可采取喷灌办法以节省劳动力。盐碱地区旱育秧，为预防盐害，也可采取床面过水，即灌水2～3小时后排除。追肥方法，用硫酸铵兑水100倍喷浇，浇完再用清水冲洗一遍，以防伤叶。

（高佩文）

旱直播（direct seeding in dry soil）　把水稻种子直接播种在经过耕耙整平的稻田里，播种后再灌水的一种栽培方法。由于整地播种都在旱田条件下进行，使用机械作业，操作方便，工效较高。但田面不易整平，土壤渗漏较水直播田大。一般多在播种季节降水少的地区采用。中国新疆维吾尔自治区国营农场多采用旱直播。

旱直播的主要栽培技术(见**水直播**),其不同点是①在旱田条件下整地,没有水层作为标志,要求达到寸水不露泥;平整难度大,②水稻种子播入1厘米深的土层内或附泥播种在田面,以防播种后灌水时冲动种子;③播种后灌水泡田,在立苗前排水晒田促进扎根,与水直播相似。 (高佩文)

核雄性不育(genic male sterility) 由位于细胞核内**染色体**上的控制花粉正常育性**基因**发生**突变**或染色体缺失所引起的雄性不育性,称细胞核雄性不育,简称核不育。核不育材料主要应用于配制**杂交种**和**群体改良**。

有关植物雄性不育的报道最早见于1963年 D. J. G. 柯罗伊特(Kohlreuter)的著作。1908年W.贝特森(Bateson)报道香豌豆的雄性不育是由隐性单基因所控制的。其后在**玉米**、**棉花**、**小麦**、**大麦**、**水稻**、**粟**、**亚麻**、**油菜**、番茄、洋葱等作物中都曾发现核不育。

隐性核不育 核不育有显性、隐性之别。隐性核不育较常见,大多是在田间发现的自然突变体。由于控制显性可育的基因Ms Ms发生突变,变成杂合状态的Ms ms,再经自交、分离出现隐性不育株(ms ms)。它与任何正常可育**品种**或品系杂交,其杂合F_1代(Ms ms)都是可育的,亦即任何品种或品系都是它的**恢复系**。但隐性核不育体系没有**保持系**,不便大规模繁殖**不育系**配制杂种。为了解决它的保持问题,可采用二系法、标记性状等方法,其中有的已用于生产。

二系法 是最常用的利用隐性核不育的方法。由于不育株(ms ms)自己不能自交结实,只能以杂合可育株(Ms ms)为父本给它授粉,因而从不育株上所得种子包括两种基因型:Ms ms和ms ms。种下后的群体中一半为不育株(ms ms)可作为不育系使用,另一半为可育株(Ms ms),可作为保持系使用。由于这种群体兼有保持系和不育系的作用,故称两用系。用两用系和恢复系配制杂种的方法称二系法。具体作法是在制种田中按一定比例交互种植恢复系(父本行)和两用系(母本行),在生长季节中根据形态特征或标记性状将母本行中的可育株除净,从剩下的不育株上收获的种子即杂种种子。在保种田中全部播种两用系种子,然后人为地指定某些行为父本行,另一些行为母本行,拔除父本行中的不育株和母本行中的可育株,从母本行上收获的种子即是以后用于保种或制种的两用系种子。

标记性状的利用 在应用隐性和显性核不育保种或配制杂种的过程中,都有正确区分不育株和可育株的问题。为了使核不育体系能够应用于大面积杂种生产,必须寻求识别不育株和可育株的简易办法。利用标记性状就是解决此问题的途径。其原理是寻找(或设法诱导)与不育基因紧密连锁的标记性状(如苗色、胚芽鞘色,或其它易于识别的形态性状),在适当时期拔除不具有这一性状的植株,所余群体就是所需要的不育株。1962年,瓦茨(Watts)曾诱导出一个多效性西瓜隐性基因突变,其纯合不育后代不仅雄性不育,而且叶片无毛。在开花前拔除叶片有毛植株(可育株),就可得到纯和不育株母本群体用于制种。

大麦平衡三级三体法(BTT) 拉梅奇(Ramage)曾于1965和1976年利用大麦平衡三级三体配制大麦杂交种Hembar在生产上应用。大麦平衡三级三体是可育的,其基因型为Ms ms ms,是单体添加系。添加的一条异源染色体上带有显性可育基因Ms,但它与载有隐性不育基因ms的一对同源染色体不能配对,因而在进行减数分裂时只能随机分配到部分子细胞中。多含一条添加染色体的花粉(Ms ms)无功能,只有不带添加染色体的花粉(ms)才有功能。但有两种卵胞(Ms ms和ms)均有功能,因此三体自交后代中约有70%的不育株(ms ms)和30%的可育株(平衡三级三体,Ms ms ms)。前者可用于制种(与父本恢复系Ms Ms杂交),后者则可用于继续繁殖不育系。

繁殖二体不育系的作法是:在隔离区内按适当比例相间种植二体不育系(母本行)和三体的后代(父本行),苗期根据形态差异(三体株生长弱小)从父本行中拔除所有(70%左右)不育株,留下三体可育株(约30%左右)给母本行授粉,按父母本行分别收获脱粒。母本行上收到的种子是二体不育系,可用作保种田和制种的母本。三级三体自交种子可用作保种田的父本。

类似大麦平衡三级三体的办法还有1972年G. J. 德里斯科尔(Driscoll)提出的配制杂种小麦的方案XYZ体系和1976年E. B. 帕特森(Patterson)在玉米上试用的双杂合体法。它们都是利用含有添加染色体(XYZ体系)或缺失染色体(双杂合体法)的花粉无功能的原理来完成不育系的保持的。但这些方法都还有待完善,尚未能在生产上应用。

显性核不育 亦是来源于自然突变,但其不育性是由显性基因决定的,杂合体不育,不能自交,只有接受一般品种的花粉才能结实。因此显性核不育个体的育性基因型总是杂合的(Ms ms),它与一般品种、品系(ms ms)杂交的后代中不育株与可育株的比例总是1∶1。作为授粉者的一般品种、品系对它既是保持系,又是恢复系。显性核不育很少见,只在棉花、小麦、水稻、粟、亚麻、油菜等作物中发现过,尚未用于生产杂交种,但它却是一个进行育种工作的宝贵工具。中国在太谷发现的小麦显性核不育系不育性完全而稳定,不受环境条件和遗传背景的影响,可以打破自花授粉作物不能异花授粉的限制,已被用于进行轮回选择和建立基因库。

除以上两类核不育以外,还发现了一些受环境条件影响的核不育材料。如在中国湖北省发现的光敏感核

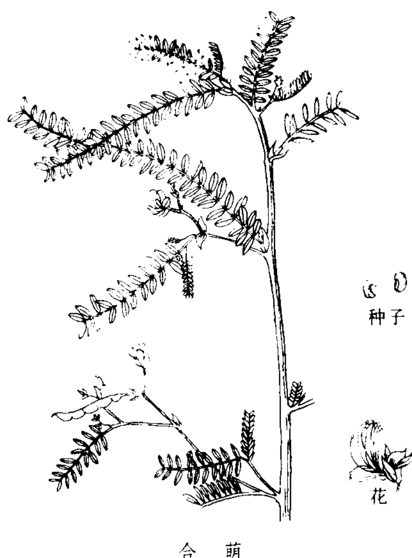
不育水稻 不育性受1对隐性基因所控制，但其育性表达受光照长度影响，日照长于13小时一般表现不育，短于13小时则表现可育，因此可以调节种植期改变其育性 在日照长时当作不育系用于制种，在日照短时令其自交繁种 湖北省光敏水稻的这种特性可以转育到其它水稻品种上去，易恢复，易繁殖，有发展前途 另据报道，1986年中国在内蒙古自治区赤峰发现的显性核不育粟兼有太谷核不育小麦和湖北光敏核不育水稻的特点，它在南方特定生态条件下能部分自交结实 此外Juntans和Leinweber曾报道一个**陆地棉**隐性核不育材料，这个材料在温室条件下是可育的，在大田条件下则表现不育。专家们正在寻找能使它恢复育性的生态区，以便在异地繁殖不育系

由于应用核不育配制杂种仍有一些问题，尚未能在生产上广泛应用 但已找到了一些利用它的途径，今后随着科学技术的进步，方法的逐渐完善，是有可能进一步发挥它的潜力的 （吴兆苏）

荷苞豆 见利马豆

合萌（joint vetch） 豆科合萌属的一个种，学名*Aeschynomene indica* L.，一年生半灌木状草本 又名田皂角、水松柏、水槐子、水通草 绿肥作物，中国除西北地区外，各地均有分布 1974年福建省开始作为绿肥栽培，以后许多省区就地采种栽培

主根圆锥形，茎直立中空，高50～150厘米，无毛，茎上有小瘤，分枝多；奇数羽状复叶，小叶20～30对；总状花序有花2～4朵，淡黄色带紫纹，花萼2，唇形；荚果扁，条状矩形，长2～4厘米，有4～10个荚节，成熟后易分离脱落，荚上有小瘤突；种子肾形，黑色，千粒重8～9克（见图）



合 萌

喜温暖，能耐高温，适应在浅水或潮湿之处生长，能耐荫，耐酸，但抗旱力弱 在南方，可套种在稻田作为当季水稻追肥或下季作物的基肥 播前将荚壳去掉，经浸种催芽、育苗，播种方法近似水稻育秧 苗高16～20厘米可移栽 也可以直接播种 鲜草产量27～38吨/公顷，根瘤和叶瘤均有固氮能力，植株含氮丰富，生长32天的其干物成分如下：N3.29%，$P_2O_5$0.66%，K_2O0.69% （顾荣申）

禾根豆（stubble soybean） 早稻收割后利用稻茬直接种植的大豆 是中国秋豆区普遍采用的一种种植方法 主要用作豆制品、绿肥和饲料 分布在中国的安徽省南部、浙江、福建、江西、湖南等省

在早稻收获后，用农具在稻根阴面掘3～5厘米深的穴，将种子种在穴内；有的地区不掘穴，直接将种子播种在稻根旁的裂缝中，每穴播3～5粒 播后将遗留稻桩齐土割下，用割下的稻桩覆盖，也有直接用稻草覆盖，以保持土壤水分和防止因日晒而引起烂种，利于出苗；若遇干旱时，用潮砂或湿灰覆盖，或掘土覆盖；在排水较差的粘性土壤的条件下，用农具在稻桩中央打3厘米深的孔，将豆种在孔中。由于粘土条件差，每穴播量增至3～6粒，播后用灰或砂覆盖稻根，并每隔5～9行开挖排水沟 及时抢种是增产的重要措施

禾根豆从播种到收获，一般需灌溉3～4次 第一次灌溉是在播后一二天内，于傍晚进行，灌后即排，促进发芽；第二次是在出苗后，如遇干旱应进行灌溉，采用猛灌即排，水在田间停留时间不宜超过两小时；第三次水是在秋旱威胁大豆生长时；第四次是在开花鼓粒期，称"壮荚水" （费家骍）

黑麦（rye） 小麦族黑麦属中唯一的栽培种，学名*Secale cereale* L.。黑麦属已知有7个物种，都是二倍体，染色体数2n＝2x＝14。

Н. И. **瓦维洛夫**认为黑麦起源于西南亚的阿富汗、伊朗、土耳其一带 那里有多年生野黑麦*S. montanum* Guss.。因为广泛种植小麦和大麦的西南亚各国并不把黑麦当作一种作物来种植，而只是作物田里的一种杂草。在黑麦的发源地，黑麦是野生的。当黑麦作为冬小麦田里的杂草随着小麦向北欧传播到了自然条件比较严酷的冬小麦边缘地区时，黑麦替代了部分小麦而成为一种粮食作物。

北欧是黑麦的主要产区，如民主德国、联邦德国、波兰、苏联等国都有相当大的种植面积，有的地区甚至是主要的粮食作物。据联合国粮食与农业组织的资料，1948～1952年全世界黑麦栽培面积平均为3 855万公顷，相当于小麦面积的22%。但到1981年黑麦面积缩减到1 530万公顷，只相当于小麦面积的6%。由于黑麦的抗逆性比较强，主要种植在瘠薄的沙性或酸性

土壤上。但当种植条件有所改善，并有抗逆能力较强的小麦品种时，农民就放弃黑麦而改种小麦，这是近30年来一些主产国黑麦面积下降的重要原因。

黑麦在中国仅零星分布在云南、贵州、内蒙古、甘肃、新疆等省（自治区）的高寒山区或干旱地区。在这些地区黑麦的产量往往比普通小麦高而稳定。但由于黑麦品质与口感差，因而其栽培面积仍呈缩减趋势。

黑麦品种有冬、春性之分，由于其抗寒能力较强，所以春播区的北界比春小麦分布地区更北。苏联欧洲部分栽培的多是冬黑麦，在严寒的西伯利亚多种植春黑麦。中国种植的黑麦品种都由国外引入，主要来源于美国和北欧。有些地方称之为洋麦，或由于原有品种名称失传，则冠以地名，如四川的平武黑麦即是。

穗侧面　小穗　籽粒

黑 麦 穗 形

黑麦是异交作物，套袋自交的结实率常常在10%以下，有的品种自交不育。穗形瘦长，小穗数可达40个左右。小穗一般只有两朵小花。结两粒种子（见图）。花药肥大，花粉量多，有利于异花授粉。黑麦对白粉病免疫，对条锈病和秆锈病一般都有较强的抵抗力，对叶锈病的抗性较差，感染赤霉病与麦角病。

黑麦种子的蛋白质含量一般在9～11%之间，其面粉中没有具弹性的面筋，保持气体的能力也远不如小麦面团。因此其食用品质较差，黑麦植株高大，产草量高，畜牧业发达的欧美各国常用作青饲料。美国青贮黑麦的面积约占黑麦总面积的1/2。

（鲍文奎）

红豆草（sainfain）　豆科驴喜豆属中的一个种，学名 *Onobrychis viciaefolia* Scop.，多年生草本。又名驴豆。**饲草作物**。原产于欧洲和苏联亚洲部分，中国新疆维吾尔自治区也有野生分布。20世纪50年代以来先后从苏联、匈牙利等国引进的。经试种已在甘肃省大面积推广。青海、宁夏等省（自治区）也有栽培。

主根粗长，深达1.5米以下。茎直立，高80～120厘米。叶为奇数羽状复叶，有13～25片，小叶长椭圆形或披针形，先端尖，叶背面及边缘有毛，托叶锐三角形；长总状花序，自上部叶腋生出，花梗长20～30厘米，小花十余朵，花红色或粉红色；荚果扁平褐色，有凸起网纹，边缘有锯齿；每荚一粒种子，种子肾形、褐色，千粒重20克左右（见图）。



红　豆　草

抗旱性强，在降雨量350毫米左右的黄土高原上，生长良好。不抗寒，当最低温度达－20℃又无雪覆盖时不易越冬。对土壤要求不严，能在沙性的砂壤土和微碱性土壤上生长，不宜在酸性土、粘土和地下水位高的土地种植。在凉爽气候下生长茂盛，产草量高，而在夏季温度高的地区则很快开花结实，生长减弱。一年能刈二三次，鲜草产量每公顷23 000～45 000千克。种子产量较高，每公顷可达750～3 000千克，生长年限六七年，以第2～4年产量最高，以后逐渐下降。

种子大，出苗比较容易，可春播也可夏播。秋播时则要考虑幼苗能够安全越冬。播种量每公顷45～60千克。条播，行距30～45厘米，采种田可适当加宽行距，稀播。播种深度3～4厘米。可与无芒雀麦、冰草等混播，以提高单位产草量。虽能耐旱，但有水灌溉时可大幅度增产，现蕾到始花期为刈割适期。留茬高度在5～7厘米，以利从茎上再发新根。为异花授粉植物，繁殖纯种的采种田主要注意隔离，以免混杂。

叶片中蛋白质含量是茎的3倍，磷、钾、钙的含量也显著高于茎。干草干物质90.7%，粗蛋白质11.46%，粗脂肪1.41%，粗纤维31.13%，无氮浸出物39.57%，灰分7.13%。可青饲或调制干草，也可制成草粉，如用来放牧，不致发生臌胀病。缺点是在其生长后期茎

秆比较粗硬，要注意早刈割，早利用，以免降低其饲用价值。固氮能力强，也是改良土壤保持水土的良好绿肥作物。（耿华珠）

红花（safflower） 菊科红花属中的栽培种。学名 *Carthamus tinctorius* L.，一年或二年生草本植物。又名黄蓝、红蓝、红蓝花、草红花、刺红花及红花草。红花产量和含油率均高，栽培管理简便，适于机械耕作，是一种新兴的油料作物。

经济价值 红花是一种经济价值较高的作物，种子油、花、饼粕及秸秆都有广泛的用途。用红花油可制造人造奶油、烹调油、蛋黄酱和色拉油。红花油含亚油酸高达73～80%，是一种良好的医疗保健性油。在工业上，因油中含有高含量的不饱和脂肪酸和很高的碘值（152），是一种很好的干性油；同时不含亚麻酸，具有优良的保色性和不黄性，成为高级油漆的重要原料；此外，它适于生产醇酸树脂，代替制造搪瓷的硬树脂油漆。

花中含黄色素20～30%，含红色素0.3～0.6%，可生产黄、红色素用作食品和饮料的添加剂，同时可用于食品和化妆品的染色及染料等。

红花秸秆及榨油后的饼粕，养营成分十分丰富。带壳饼粕中蛋白质含量为19%，去壳饼粕蛋白质含量为36%，可作为肥育牲畜和家禽的饲料。

起源与分布 红花有多种起源说。Н. И. 瓦维洛夫提出，栽培红花有三个起源中心：①印度。基于红花的变异性及古老的栽培区；②阿富汗。基于红花的变异性及其与野生种接近；③埃及。他认为那个地区是最初出现野生种。而Hanelt与Ashri和Knowles 则认为起源中心置之近东，因为栽培红花与二个野生种，即在土耳其、叙利亚和黎巴嫩发现的波斯红花 *C. flavescens* 和在伊拉克西部荒芜地区和以色列南发现的巴勒斯坦红花 *C. palaestinus* 有亲缘关系。

中国栽培红花历史悠久，自魏至今的1 700多年间，河南省作为主要红花产区而保持至今。现全国有25个省市（自治区）均有分布，以新疆、河南、四川和浙江等地为主要产区。

生产概况 主产国中以印度栽培红花面积最大，为60多万公顷，约占世界红花面积的50%。中国1979年种植红花2万多公顷，其中新疆维吾尔自治区播种面积占全国总面积80%以上，主要分布在塔城、昌吉和伊犁地区；河南省主要分布在安阳、商丘、新乡等地；四川省主要分布在简阳、资阳、金堂一带；浙江省红花主要分布于慈溪、余姚等地。

形态特征 株高30～80厘米，茎直立，基部木质化，表面具细线槽纹，上部有分枝。叶互生，质硬，近于无柄而抱茎，长椭圆形或卵状披针形，基部渐狭，先端尖锐，边缘具尖刺，上部叶逐渐变小成苞片状，围绕头状花序。花序大，顶生，总苞片多列，先端尖锐，外面2～3层呈叶状披针形，无刺者边缘膜质；花托扁平，管状花多为20～150朵，通常两性，桔红色或橙黄色，先端5裂，裂片线状。雄蕊5枚，花药聚合，雌蕊1个，花柱细长，伸出花药管外面，柱头2裂，裂片短，舌状。瘦果椭圆形或倒卵形，长5～8厘米，基部稍歪斜。种子白色、灰色或暗色条纹等。冠毛无或鳞片状（见图）。



红 花

对环境条件的要求 红花具有抗旱、耐寒、耐盐碱特性，对土壤肥力的要求也不严格。红花根系发达，主根入土达2米以上，耐旱性强。在生育过程中怕涝。苗期能忍受较大的空气湿度，分枝期以后若遇长期阴雨或雾气连绵，易感病；开花以后遇连绵阴雨则授粉不良、种子变色、产量、含油率下降。当温度在15℃以下，幼苗能耐短时期的浸泡，而在盛夏高温季节，即使是短期的积水，也会使植株死亡。种子发芽的最低温度为4.4℃，在10～20℃随着温度升高，发芽速度加快。高温能促进红花的发育。

红花为长日照植物，短日照利于其营养生长，长日照则利于其生殖生长。红花在壤土至粘土上都能生长，但以栽培在土层深厚、排水良好、肥沃、中性反应的沙质壤土或粘质壤土上为好。灌溉条件下，以轻质土壤对红花的生长最为有利；在干旱情况下，在粘重土壤上栽培，也可获得较好收成。红花比较耐盐碱，土壤含盐量为0.4%时尚能正常生长。

栽培技术 在中国北方多为头年秋季浇水整地，翌

年早春抢墒播种；在南方，多在干旱少雨的秋季播种。红花怕涝，需作畦种植，以便排水，防止根腐病的发生。

播期、密度不仅影响株高、生育期和产量，而且也影响种子的含油量、皮壳率、蛋白质含量和碘值。中国在晚秋土壤即将结冻之前播种，让种子在土壤中处于萌动状态越冬，或者采用顶凌播种，早春利用午后土壤表层化冻的时播种。点播或条播，大面积生产中多采用45厘米或60厘米等行距条播；或采用60×20厘米宽窄行播种。每公顷播量15～60千克不等，采用条播的以30～40千克为宜。

红花的分枝特性随环境条件而变化，种植密度对产量的影响不显著。密度大时分枝减少，花球也少；密度稀时虽株数减少，但每株花球数和每花球的种子数则显著增加。一般油用品种种植密度以45×5厘米为宜；油花兼用品种以45×10厘米的株行距为宜。

红花一生中以分枝期到开花期需水肥较多。分枝期要及时进行追施氮、磷和浇水，结合中耕培土2～3次。盛花期为需水高峰，终花后停止灌溉。

收获　红花收获分为收花和收籽两种工序。收花，以花冠裂片开放，雄蕊开始枯黄，花色鲜红油润时采收为宜。尤以盛花期清晨采摘为好，此时花冠不易碎裂，苞片不刺手。若采收过早，花朵尚未授粉，颜色发黄；过晚则变为紫黑色，二者均影响品质和经济效益；收籽，一般采用机械收获。北方地区可在完熟期收获，南方则以一、二级花球成熟时需及时抢收，以免遭受阴雨而发霉。　（王兆木）

红麻 (kenaf)　锦葵科木槿属中的一个种，学名 *Hibiscus cannabinus* L.。一年生草本的韧皮纤维作物。别名洋麻、槿麻、钟麻，是一种重要工业原料。红麻纤维拉力强、耐腐、吸湿、散水快，可纺织包装用麻袋、麻布，也可织地毯、制造绳索等。红麻全秆还可造纸。麻骨可制纤维板。麻叶是牲畜的好饲料。

起源与分布　红麻原产地说法不一。有人认为原产非洲或伊朗。Н. И. 瓦维洛夫认为印度是起源中心。但多数认为印度、伊朗和非洲都可能是原产地。

红麻分布广，以中国、苏联、印度和孟加拉等国栽培面积较多，泰国、越南、巴西、古巴、印度尼西亚、菲律宾、伊朗等国也有栽种。

红麻在中东、西南非洲等地以野生状态分布。苏联于1888年开始引种试种，20世纪初各国作为栽培种利用，1928年中国东北地区从苏联引种，尔后向河北、山东等省推广。1943年，红麻从台湾省传到江苏、浙江一带，20世纪50年代起向广东、广西、福建、湖南、湖北、河南、安徽、四川等省（自治区）扩种。

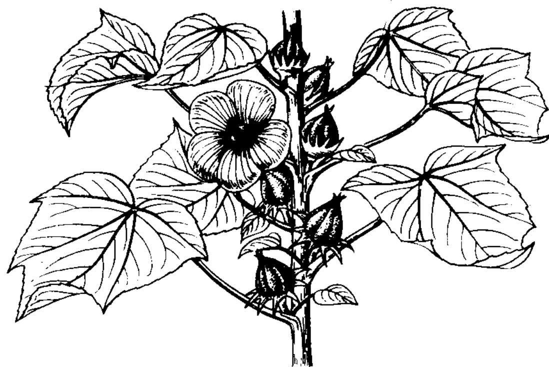
形态特征　茎直立，高3～5米，茎中部直径1.5～2.0厘米，有腋芽。茎有绿、红、紫、淡红等颜色。表皮被蜡质，有刺。茎横断面为圆形，由外向内为表皮、皮层、韧皮部、形成层、木质部和髓。韧皮部中有纤维细胞和薄壁细胞，纤维细胞相互交错，由果胶物质结成纤维细胞束，纤维细胞束再集合成纤维细胞群。群内又组成若干纤维层，最外一层是从原形成层（初生分生组织）分化而来，称初生纤维。第二层以内的纤维层，由形成层（次生分生组织）分化而来，称次生纤维。单纤维细胞长2～6毫米，宽18～20微米，壁厚4～9微米，空腔6～17微米。

叶片有掌状裂叶和阔卵叶（俗称全叶）两种。绿色，叶缘有锯齿，叶柄有刺。掌状裂叶型品种，苗期为心脏形叶，随后出现三裂、五裂、七裂掌状叶。生育末期为披针叶。阔卵型叶品种，在生育初期为心脏形叶，随后是阔卵形叶，生育末期亦为披针叶。

花为离瓣花冠。萼5裂，基部与7裂苞片相愈合。花淡黄或乳白色。花药黄色、褐黄色、深褐色等。雌蕊花柱5裂，柱头淡红或紫色。花粉球形有刺，橙黄或淡褐色。蒴果桃形，成熟时为黄褐色。表皮有银白色细毛，每果有5～6室，每室种子5粒。种子肾形，黑灰色，千粒重25～30克。



（a）掌状裂叶型



（b）阔卵叶型

红麻形态图

生物学特性　红麻是喜温作物，生长发育的适宜温度为25℃左右，采收纤维和采种栽培要求10℃以上

的有效积温分别为2 600℃和3 000℃以上，无霜期150天以上，年雨量500毫米左右。栽种红麻以壤土为宜，红壤、黄壤及低洼地、轻盐碱地也能种植。红麻耐涝，但幼苗怕渍。苗高50厘米左右，淹没5天，仍能正常生长；淹水9天还能存活；中后期淹水时，茎的淹水部分能长出大量不定根，以维持其正常生长。

红麻是短日性植物，对光照条件反应敏感，生长期间日照时数延长，能抑制生殖生长，有利营养体生长。反之缩短光照可使生殖生长提早，植株矮小，纤维产量低。从播种到种子成熟，分苗期、旺长期、开花期、结果期。出苗后一个月左右，麻苗生长慢，之后随着气温上升，麻株生长逐渐加快，出苗70天后进入旺长期。盛花期后主茎生长速度减慢，逐渐转入结果期。 （郎续纲）

红麻病害 (kenaf diseases) 由细菌、真菌、病毒及线虫的侵染，对红麻的伤害。主要有红麻炭疽病、红麻根结线虫病、红麻立枯病等。

红麻炭疽病 *Colletotrichum hibisci* 是一种毁灭性病害，除苏联外，种植红麻的国家均有分布。1952～1953年中国的东北、华北等红麻产区曾造成毁灭性灾害。主要为害麻株的幼嫩部分。病斑褐色，不规则形，在高湿条件下，病斑表面产生桔红色的分生孢子盘，幼芽受害引起腐烂而不能出土；幼苗被害引起胚轴软腐而倒伏枯死；叶片发病呈不规则病斑；茎上受害呈褐色凹陷梭形病斑；生长点发病呈褐色腐烂而引起"烂头"。红麻炭疽病菌的生理小种，美国有3个，中国有2个。此外，红麻炭疽病菌在中国还有两个种：一个是 *C. gloeosporioides*，危害麻茎呈黑色斑点；一个是 *C. indicum*，危害茎秆，使其成段变黑腐烂，麻株枯死。采用抗病品种、种子药剂处理、轮作换茬、田间喷药等综合防治有良好的效果。

红麻根结线虫病 *Meloidogyne* sp. 种植红麻的国家均有分布。中国主要分布于长江流域和华南麻区，北方麻区的局部地区也有发生。在中国侵害红麻的根结线虫有南方根结线虫 *Meloidogyne incogoita*、爪哇根结线虫 *Meloidogyne javanica* 和花生根结线虫 *Meloidogyne arenaria*，其中以南方根结线虫分布广，为害性大。侵害红麻根系形成许多大小不一的瘤状物（虫瘿），严重的局部肿胀呈畸形。被害麻株的叶片变黄，叶缘向背卷曲，最后枯萎脱落或麻株枯死。以连作麻田、沙性土发病重。采用水旱轮作或将杀线虫剂施入土中防治。

红麻立枯病 *Rhizoctonia solani* 分布于美国、古巴、萨尔瓦多等国。中国各红麻区均有发生，但以长江流域麻区为重。在春季低温、多雨年份及土质粘重的低洼地和重茬地发病重。以菌丝侵害麻苗茎基部呈黄褐色腐烂，病部缢缩，导致麻株倒伏或"立枯"状死亡，造成缺苗断垄，严重者需翻耕重播。采用轮作换茬，药剂拌种，苗期喷药等措施可防治。

此外，还有红麻斑点病 *Cercospora malayensis*、红麻灰霉病 *Botrytis cinerea*、红麻腰折病 *Helminthosporium* sp.、印度炭疽病 *Colletotrichum indicum*等。 （刘伟杰）

红麻虫害 (insect pests of kenaf) 节肢动物，主要是昆虫对苎麻的侵害。在中国，为害红麻的害虫主要有棉小造桥虫、棉蚜、小地老虎等。

棉小造桥虫（*Anomis flava*），中国各红麻产区均有发生，但以长江流域和北方麻区为重。以幼虫在红麻生长中；后期暴食麻叶，轻则将叶片食成缺刻或小孔；重则将麻叶、花蕾、嫩枝、嫩果食光成光秆。长江流域麻区一年发生5～6代；北方区一年3代，以蛹在木槿、冬葵、锦葵或杂草上越冬。主要天敌有赤眼卵蜂、黄茧蜂、寄生蝇等。在幼虫盛发初期用药剂喷雾防治。

棉蚜 *Aphis gossypii*，俗称腻虫、蚰虫。世界各国红麻产区均有发生。群集于麻叶背面或嫩茎上吸食汁液，致使麻叶卷缩或枯萎脱落，影响麻株生长。天敌主要有七星瓢虫、草青蛉等。在初发阶段用触杀或内吸杀虫剂防治；利用天敌进行生物防治效果良好。

小地老虎，又名地蚕、土蚕。主要分布于中国、越南等国。是杂食性害虫，以一二龄幼虫躲在红麻嫩梢上取食为害。三龄以后分散钻入被害苗附近表土中，昼伏夜出，咬断嫩茎，或将被害苗拖入土穴中食用，造成缺苗断垄。中国北方一年发生2～3代，南方4～7代，以蛹或老熟幼虫越冬。用糖醋液诱杀成虫；出苗前于傍晚撒放毒饵也可诱杀。

此外，为害红麻的害虫还有棉叶蝉 *Empoasca biguttula.*、绿盲椿 *Lygus lucarum*、红蜘蛛 *Tetranychus cinnabarinus*、斜纹夜蛾 *Prodenia litura*、玉米螟 *Ostrinica nubilalis* 等。 （刘伟杰）

红麻短光照制种 (seed production of kenaf by short-day treatment) 人工缩短光照时间，获得红麻晚熟品种的种子的制种技术。

中国长江流域及其以北的红麻产区，年年从南方调入"青皮三号"晚熟品种，生育期长，不能就地留种。红麻属短日性植物，缩短光照，花期提早。利用这一特性，进行定时遮光处理，可促使花期提早，使红麻晚熟品种在中国北方留种成为可能。经短光照处理的制种田，播后115～125天就能收获种子，且种子质量较好，无退化现象。

红麻子叶期对光照反应较迟钝，诱导花芽形成需有15天，每天10小时的光照条件。长出4片真叶后，对光照反应敏感，此期连续5天给予10小时光照处理，即

能诱发花芽。花芽形成后的花器分化，直到开花结果，仍然需要一定时间的短光照处理，整个处理过程不应少于40天。处理天数过少，容易发生逆转（由生殖生长逆转为营养生长），导致花蕾脱落，降低产种量。青皮三号品种的临界光期为12～13小时，当给予40天10小时光照时，出苗后60天左右即开花，播后120天左右就能收到成熟种子。

短光照制种技术：①选土质肥沃、有灌排条件的地做苗床。施足基肥，以有机肥为主，配施磷、钾肥和少量氮肥。②播种期视各地气候而定。山东省5月中旬播种，种子产量最高。但为了提高遮光物的利用率，可春、夏分批播种。春播在4月下旬，夏播在6月上旬。采用条播，行距15厘米，播种量为每公顷75千克。齐苗后间苗，2片真叶定苗。一般每公顷定苗60万株左右。春播宜密些，夏播宜稀些。③当麻苗长出4～5片真叶时进行短光照处理。傍晚盖，清晨揭，保证遮光14小时，其余10小时见光，连续处理40天以上。当有50%以上的麻株开花，即可结束处理。④短光照制种田的麻株密度大，养分消耗多，应注意适时追肥和灌水，并适时进行中耕除草和防治病虫害。⑤经短光照处理的麻株，转入自然光照后，易从生殖生长逆转为营养生长，引起花蕾大量脱落。于遮光结束后15天内，用刀尖挖去麻株生长点（俗称"打顶"）并及时摘除叶腋处长出的新生分枝，以控制营养体生长和提高种子产量。

（孙庆祥）

红麻抗炭疽病育种 (breeding kenaf for anthracnose resistance)　选育以抗炭疽病为主要目标的高产优质红麻品种。

中国的红麻抗炭疽病育种始于20世纪50年代初期，先后鉴定、选育了青皮3号、南选、722、7804等抗炭疽病较强的红麻品种。1958年古巴育成古巴108，1961年危地马拉选出危地马拉4号，1965年美国育成能抗美国三个红麻炭疽病生理小种的埃瓦格拉德兹（Everglades）71号，1969年印度育成抗印度红麻炭疽病（*Colletotrichum gloeosporioides*）的MT-102品种等。

红麻抗炭疽病育种与一般育种在方法及程序上大体一样，但在育种过程中要注意以下几点：①针对红麻炭疽病菌的优势种和优势小种开展育种工作。红麻炭疽病菌在中国有三个种：一个是以危害红麻嫩梢呈"烂头"为特征的*Colletotrichum hibisci*，分布广泛；另二个以危害麻茎呈黑色小斑点为特征的*Colletotrichum gloeosporioides*和危害茎秆成段变黑腐烂、麻株枯死的*Colletotrichum indicum*。*Colletotrichum hibisci*有一号、二号两个生理小种。二号小种分布广，致病力强，危害性大，是中国当前红麻炭疽病菌的优势小种，成为红麻抗炭疽病育种的主要对象。②从国外引进抗病品种，首先要做好检疫工作，其次要进行抗病性鉴定，才能确定其应用价值。③根据红麻抗炭疽病的遗传规律指导有性杂交育种。抗病基因具有累加和互补效应。因此，进行有性杂交育种，亲本之一应是高度抗病的，双亲的优缺点能够互补。对杂交后代（F_2～F_4）要进行严格的人工接菌，进行抗病性鉴定和选择。④对系统选种或辐射育种后代，需要在人工接种炭疽病菌的条件下，选择抗病性强、农艺性状好的优良单株，才利于育成新的抗病品种。

（刘伟杰）

红麻沤麻　见沤麻。

红麻栽培 (kenaf culture)　根据红麻生长发育规律，针对不同地区的土壤、气候特点，从种到收采取的一整套农业技术。

轮作与整地　红麻适应性广，对土壤要求不严格，以土层深厚、保水保肥力强的沙质壤土为宜，但红壤、黄壤及丘陵、低洼地、轻盐碱地都能种植。麻田要合理**轮作**，**连作**则地力消耗大，且根结线虫病、炭疽病、立枯病容易发生，纤维产量、品质下降。连作二年的麻地根结线虫发病率为68～86%，连作三年以上的麻地发病率为95～100%。南方麻区实行稻—麻水旱轮作是取得粮麻双丰收的重要措施之一。北方麻区实行玉米—红麻，豆类—红麻轮作也是较好的形式。

红麻地秋耕宜深，施足基肥。春耕后表土要平整细碎。红麻以畦作居多，一般畦宽1.5～3米。地下水位低、排水良好的麻田和春季雨水少的北方麻区的畦幅可适当加宽。土质粘重及地下水位高的麻田畦幅宜窄。

播种与管理　一般表土5厘米地温稳定在12℃以上时播种。播种期：广东麻区在3月中下旬，长江流域麻区在4月底至5月初，北方麻区在5月上旬。多为条播，也有穴播、撒播。每亩播种量1.5～2.0千克。播前，种子进行药剂处理。播种时施种肥。播后要盖种。在北方播种时如遇干旱，播前灌水以促使出苗整齐；南方播后如遇连绵阴雨，及时开沟排涝。前作为绿肥、油菜或菜地的麻田，播后第2～3天傍晚要撒放毒饵诱杀地老虎。

红麻出土后的40天左右称苗期。苗期长根快，而幼茎生长缓慢，茎日平均生长速度约0.1厘米，出苗25天的主根伸长量为茎的8倍左右。要及时间苗、定苗，并抓好中耕除草以及追施苗肥等，促使麻苗早生快发，培育壮苗，为丰产打下良好基础。一般麻苗长出三片真叶时进行间苗，长到5～6片叶时定苗。定苗密度视品种、土质、播种迟早、用途等而异。以收纤维为目的的春麻每亩定苗1.8～2.0万株；留种麻，每亩留苗1.6万株左右，定苗后结合中耕施苗肥。

麻株封行后，进入旺长期，约持续45天。麻株各

营养器官的生长速度和干物质积累都进入高峰时期，茎日平均伸长速度为4～6厘米。据测定亩产 250 千克红麻纤维约吸收纯氮15千克，纯磷5千克，纯钾25千克，氮、磷、钾比例为3∶1∶5。是碳、氮代谢旺盛时期，吸收的养分最多，旺长期消耗的氮、磷、钾均约占全生育期的60%以上。所以在进入旺长期前要重施长秆肥。一般分两次施，第一次在株高50～60厘米施用，第二次在株高1米左右施用。旺长期蒸腾量大，需水量增加，遇旱时要及时灌水。旺长期又是斜纹夜蛾、造桥虫和炭疽病等病虫害盛发期，要注意及时防治。

旺长期过后，氮代谢明显下降，转入碳代谢为主阶段。麻株营养生长减慢，茎日伸长速度降为3厘米左右，纤维进入累积盛期。随之麻株进入生殖生长为主的阶段。此期要控肥、控水以抑制氮代谢，使麻株正常"落黄"，以利纤维成熟。当红麻株梢出现披针叶，下部叶片脱落，结有几个蒴果时，即为工艺成熟期。中国各地麻区的收获期，长江流域在9月底至10月初；北方麻区9月中下旬收获为宜；华南麻区，收获后还要插一季晚稻，要在8月中旬收获。留种红麻，当植株有一半以上蒴果变褐色时即可收获。

夏红麻 中国的红麻栽培，以春季播种的居多，称春红麻。亦有夏季播种的，称夏红麻（麦茬麻）。夏红麻主要分布在中国的河南、安徽、江苏北部、山东及河北的南部地区，并集中在淮河流域的低洼易涝地和盐碱地种植。这些地区小麦、大麦约在6月初收获，利用当地夏季雨水充沛、秋季早霜较迟的这段有利时间抢种一季红麻，一般亩产纤维100千克左右，高的可达150千克以上。夏红麻的栽培要点是利用有效生育期间尽量延长麻株生长，同时要发挥群体的优势。具体措施：①及时抢播。以6月上旬播种为宜。为了抢季节和保墒，小麦收获后可不耕翻土地，只用丁齿耙耙松表土层，立即开沟播种。②适当增加密度。夏红麻有效生长期比春播红麻约短一个月，植株个体发育较差，单株生产力明显比春麻低，应增加每亩有效收获株数来弥补单株纤维产量低的不足，以提高群体产量。夏红麻定苗密度以每亩2.0～2.3万株为宜。③及时早管。夏红麻出苗后，麻苗生长快，且杂草易滋生，管理不及时就很容易苗挤苗、草荒苗，形成高脚苗。因此要早间苗、早定苗；同时要早施提苗肥和长秆肥，亦可苗肥与长秆肥一次施足。④适当晚收。夏红麻生长期短，早收梢嫩，纤维细胞未充分成熟，产量低。淮河流域在9月底至10月初收获为宜。 （张木祥）

红麻种质资源 (kenaf germplasm resources) 包括红麻的栽培品种、地方品种和野生亲缘种，是红麻品种改良的重要材料。

1986年统计，中国已收集的红麻资源362份，印度有红麻185份，孟加拉国192份，苏联120份。有些国家根据红麻品种的形态特征和生育期等对红麻种质资源进行分类。印度划分为5个变种8个类型，印度尼西亚分为7个类型，美国分为3个类型，苏联根据品种的营养生长期分为4个类型，日本分为感光型和感温型。中国划分为13个类型，同时编写出黄麻、红麻品种资源目录和黄麻红麻品种志，并建立了红麻种质资源保存体系。

20世纪以来，中国从国外引进了红麻种质资源并进行了研究和利用。先后推广了印度的马德拉斯红茎（Madras Red）、苏联的塔什干（Ташкенм）和越南的青皮3号等品种。这些品种在生产上起了重要作用。50年代以来，先后选育出华农1号、植保506、红麻7号、辽红3号、722、黔红1号、7804、台农1号等红麻良种，并筛选出对中国2个炭疽病生理小种抗性强的714、722、7118等品种（系）。美国鉴定出能抗美国三个炭疽病生理小种的埃瓦格拉德兹41、71（Everglades 41、71）；抗根结线虫的J-1-113-1和PFK（佛罗里达野生红麻）。澳大利亚鉴定了228份红麻品系对立克次氏菌 *Rickettsialike* 引起的卷叶病和爪哇根结线虫 *Meloidogyne javanica*、南方根结线虫病 *M. incognita* 的抗病性，根据其抗病程度把红麻分成10组。古巴、印度鉴定出古巴108、古巴2032和MT-102、IA_2 抗炭疽病品种。

中国当前生产上栽培的主要红麻品种有：青皮3号、722、7804、黔红1号等。

其他国家栽培的主要红麻品种有：美国的埃瓦格拉德兹71号（Evarglades 71）、古巴的108、2032（Cuba108、2032），危地马拉4号（Guatemala 4），苏联的乌兹别克1574（Uzbekskii 1574），印度的HC583，孟加拉国的C-2，加纳、贝宁等推广的达马拉（Damara）。

（刘伟杰）

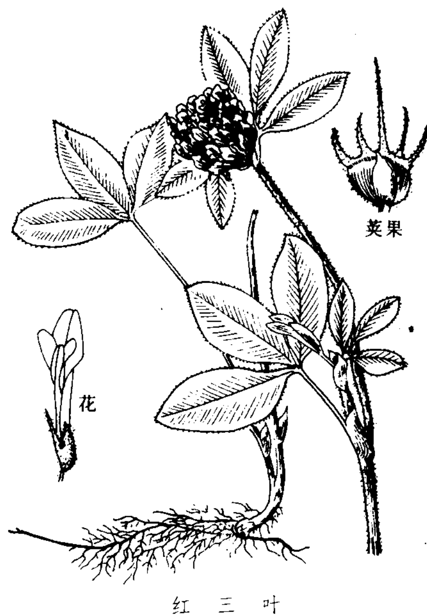
红麻综合利用 (multiple utilization of kenaf) 红麻除主产品是纺织工业的主要原料之外，其副产品麻骨、麻叶等也均有开发利用的价值。

红麻纤维主要用于纺织麻袋、麻布，还可纺织粗帆布、窗帘、地毯等。红麻韧皮（干皮）是制造高级纸张的较好原料，用其生产的卷烟纸，韧性强、透气性好、燃灰白。麻骨可作纤维板。孟加拉和印度，可生产各种不同特性的麻骨纤维板。麻骨还可用来炼活性炭或制爆竹、火药等。红麻秆是造纸的原料。美国从20世纪60年代开始，进行造纸试验；意大利、斯里兰卡、泰国、印度等国也进行了试验研究，试制出书写纸、E 刷纸等；泰国于1982年建立了年产7万吨的漂白红J 浆厂；中国于80年代也开始利用全秆红麻造纸。干红麻叶富含粗蛋白，是家畜的良好饲料。红麻的嫩梢、嫩叶蛋白质的含量分别为29.7%、14.3%，脂肪分别为3.1%、8%，可作青饲料。种子含油20%左右，

可食用。麻子油碘价低，是制造肥皂的原料。红麻油饼含粗蛋白质24%、粗脂肪9.3%、粗纤维20%，可作饲料或肥料。（张木祥）

红三叶 (red clover) 豆科三叶草属中的一个种，学名*Trifolium pratense* L.,多年生草本。又名红车轴草。牧草作物。原产于东南欧及小亚细亚，公元第三至第四世纪欧洲开始栽培。1500年传入西班牙；1550年传入意大利、荷兰，随后传入德国、法国；1650年传入英国；1766年苏联始有栽培记载；1790年传入美国。现为欧洲各国，美国东部及新西兰等海洋性气候地区最重要豆科牧草之一。美国与苏联为栽培面积较大的国家。中国新疆、云南、贵州、湖北等地都有野生，而以鄂西山区分布较广，云南、贵州、湖北等省已栽培推广。

特征 主根入土不深，侧根发达，根系主要分布在表土30厘米深土土层内，一般有分枝10～15个，高的达30个以上，茎圆中空，长90～140厘米，直立或斜上。掌状三出复叶，小叶卵形或椭圆形，叶缘有细锯齿，先端钝圆或微凹。叶面有灰白色"V"形斑纹。叶柄长，托叶大，长圆形，先端尖锐，膜质，有紫色纹。头形总状花序，长1.2～3厘米，聚生于茎梢或腋生小花梗上。每个花序有小花100朵左右，红色或紫红色，异花授粉。荚小、横裂，每荚内含种子一粒。种子椭圆形，棕黄色或浅紫色，千粒重1.5克左右（见图）。茎叶、花梗均具茸毛。



红 三 叶

特性 长日照植物。喜温暖湿润气候，宜夏季酷暑，冬无严寒地区生长。一般在≥10℃年积温2 000℃左右地区生育良好。不耐热，35℃生长受限制，低于－15℃难以越冬。温度为15～25℃，年雨量以1 000毫米左右生长最适宜，耐湿、不耐旱。夏季高温高湿或干旱均生长不良或致死亡。对土壤要求以排水良好，土质肥沃并富含钙质的粘壤土为最佳，次为壤土、砂土略能耐酸，土壤pH6～7最为适宜。不耐盐碱。

类型 分两型。晚熟型：根系较强大，根颈入土深。植株较高大，分枝多，株丛密，株体多毛。生长发育较慢，开花较早熟型晚10～20天，花期长，再生力较差，一般每年只能刈割一两次，产量较高，质量较差，需日照较长，抗寒性较强，为冬性发育类型。宜生长季节短，高纬度或海拔高地区栽培。早熟型：需日照较短，属春性发育类型。生长发育快，再生性强，生长期较长，每年可收割2～4次。耐寒力不如晚熟型，较耐高温干旱。

栽培技术 种子较小，整地宜精细。秋播或春播，早秋播种为佳。单播每公顷播种量12～15千克。行距20～40厘米，播深1～2厘米。一般不施氮肥。施磷钾肥尤其是磷肥可提高饲草产量和质量。首次种红三叶的地块应用根瘤菌剂接种。早期生长慢，可与麦类或油菜等行间套种，以利越冬。伴种作物播种量可为其单播量的25～50%，并应及早收割以免生长过盛妨碍红三叶的生长。也可与黑麦草、鸡脚草、苇状羊茅、猫尾草等混种，以提高其产量和品质。常见病害为菌核病*Sclerotinia trifolium*，早春雨后潮湿最易发生，应注意防治或刈除。

收获利用 生长期短，根系发达，不易木质化，翻后易腐烂。在长江以南一部分中性土壤上可作为水旱轮种地冬季绿肥作物，或为农田中的重要牧草。忌连作。作牧草用，放牧、青饲、制干草或青贮料均可，而以制干草为主。初花至盛花期刈割。每公顷产鲜草可达750吨，干物质中粗蛋白质含量蕾前刈割的约为20%，花期刈割的约为15%。放牧宜适度，以免引起臌胀病，制干草时叶片不易脱落，净能含量较高，而蛋白质含量则较低，草质较粗糙。结实力强，可以刈割一次后再生草留种，每公顷产种子一般为230～450千克。

（梁祖铎）

红小豆 见小豆。

厚朴 (officinal magnolia) 木兰科木兰属中的栽培种，学名*Magnolia officinalis* Rehd. et Wils,落叶乔木。古名厚皮、重皮、赤朴。别名川朴。以树皮、花蕾和果实供药用。栽培历史数百年。主产四川、陕西、湖北和贵州等省。其变种凹叶厚朴*M. officinalis* Rehd. et Wils. var. *biloba* Rehd. et Wils.，别名温朴，也供药用，分布浙江、湖南、江西和广西等省（自治区）。

厚朴株高7～15米。树皮紫褐色，小枝幼时绿棕色，

老枝灰棕色。单叶互生，具柄；叶片革质，倒卵形或椭圆状倒卵形。花单生于幼枝顶端，白色。聚合果长椭圆状卵形，木质，内含种子1～2粒，种皮鲜红色。花期4月至6月，果熟期9月至10月。凹叶厚朴与厚朴极相似，区别在于本变种为灌木状乔木，叶片先端凹陷，形成2圆裂，裂深2～3.5厘米



厚 朴

厚朴喜凉爽湿润，不耐严寒和酷暑，多种植于海拔800～1 700米左右的山区。凹叶厚朴喜温暖湿润，多在海拔600米以下地区栽种。两者幼苗均喜半阴半阳条件，成年植株喜阳光充足的环境，宜疏松肥沃富含腐殖质的中性夹沙土，山坡或平原、宅旁零星地均可栽植

以种子繁殖为主，也可压条分株繁殖。①种子育苗移栽法 选10年以上健壮母株，10月间当果鳞露出红色种子，择果大种子饱满者作种。鲜湿种子除去种皮上的蜡质，冬播最好；干种用冷水浸泡24小时，并用沙揉去种皮蜡质 沙藏至种皮裂口时播种。外运种子须连果实贮放，以保持发芽能力。苗床宜选向阳高燥微酸性沙质壤土，施足底肥，床宽1～1.7米。浙江省于10月至12月，四川省于2月下旬播种，行距20～30厘米，株距7厘米左右，深约3厘米，播后覆细土，再盖薄层稻草。幼苗出土后立即除去盖草，并注意及时清除杂草。苗高6厘米许施淡人粪尿或硫酸铵催苗，旱时浇水，雨季排涝。翌春发芽前，幼苗按行株距65×30厘米移植，一年后苗高0.7～1米时，于2月下旬按行株距3.5×2.5米定植。挖穴径30～60厘米，深0.7～1米，将苗放入穴中，使根舒展，覆土压紧后浇水，旱天定植后注意浇水保苗。②压条分株繁殖法。选生长10年左右的树干基部长出的新枝条，于11月上旬压于沟中，盖土，并用石块压紧，枝梢留在土外，并扶直立，翌春生根发芽，高30～60厘米时挖出移植。定植后最初几年树小，可在林间套种豆类、麦类等矮秆作物，结合进行中耕除草。停止套种后，每年冬春两季并结合压条，在树旁开穴，追施人畜粪肥，在树基部培土除草，清除萌蘖。生长期间注意防治根腐病、天牛、白蚁等病虫害。5月至6月选20年以上的大树，先于离地面10～15厘米处，按30厘米左右长度剥去下段树皮，然后锯（砍）倒树，再按20～50厘米长度分段剥皮剥下的树皮让其自然卷筒横放，然后置木甑中，加热蒸至黄软，取出堆在草内，用原蒸水淋洒堆内每层，上盖湿草“发汗”，至内表变紫褐色或棕褐色时，取出晒干。由于采皮的部位和加工形状不同，主要有靴角朴（近根部的干皮）、筒朴（干皮）、根朴（根皮）和枝朴（枝条皮）。花采摘后，蒸5分钟左右，取出用文火烘干或烘焙七成干后再行晒干

树皮含厚朴酚（Magnolol）约5%，四氢厚朴酚（Tetrahydro-magnolol）、异厚朴酚（Iso-magnolol）和厚朴酚（Honokiol）等。味苦、辛，性温。功能燥湿、导滞、下气、除满。用于脘腹满痛、食积气滞、腹泻、痢疾、气逆喘咳等症 花气香、味辣，治疗胸闷不畅

（朱蔚华）

蝴蝶豆 (centro) 豆科距瓣豆属中的一个种，学名*Centrosema pubescens* Benth 多年生草质藤本植物 别名距瓣豆 是胶园、油棕园及牧场中的覆盖作物，兼作绿肥、牧草。原产热带美洲，约于19世纪引入马来半岛和印度尼西亚作为种植园的覆盖作物，现已扩展到海拔600米以下的大多数热带地区 中国广东、广西、云南和福建等省（自治区）有较大面积的栽培

根深，茎纤细，稍分枝，各部略被柔毛 三出复叶，小叶椭圆形，长1.5～7厘米，宽0.6～5厘米 总状花序，每一个花序有两性花3～6朵，淡紫红色 荚果长10～13厘米，宽约5厘米 种子棕绿色，具条状斑驳，略呈扁平状。

蝴蝶豆适生于年降雨量1 750毫米以上的潮湿或中等潮湿的热带地区。稍耐寒，冬季不落叶，但温度低至13℃以下停止生长，易受霜害冻死 对土壤要求不严，能在沙质至粘质的各种土壤上生长良好，冲积土上生长尤为旺盛。在低于pH4的土壤上能生长根瘤，但以pH4.9～5.5最好。稍耐旱，不耐水浸。在荫蔽条件下幼苗生长较慢，但成龄植株较耐荫。花期10月至11月，12月至翌年1月种子成熟，结实多，留种容易。每千克种子约4万粒，硬实率低于75%。

种子繁殖。单一种植或与毛蔓豆、三裂叶葛藤混种，其重量比例为4:5:1或仅与毛蔓豆混种，比例为1:1。生产上多撒播或条播，株行距50×100厘米，每公顷播种量3.3～8千克。为了提高发芽率，通常将种子放入始

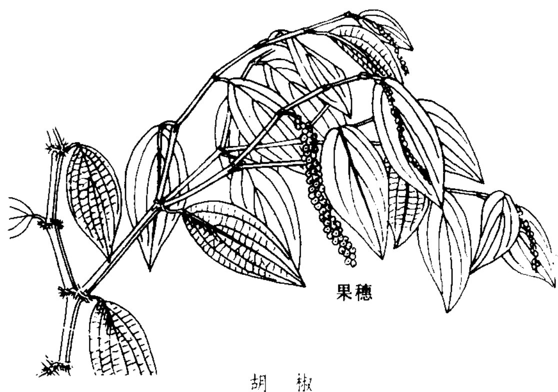
温约70℃的水中浸泡约半小时，晾干后播种。土壤贫瘠地区，尚需用与种子等重的磷矿粉拌种或接种根瘤菌，以加快生长。播种后，及时除草、松土和追施适量磷肥。一般种植当年每公顷施过磷酸钙100～225千克或磷矿粉380千克左右，以后每隔一两年施磷肥一次。苗期生长慢，种植后常需4月至6个月才能完全覆盖地面，一年后可形成厚30～50厘米的覆盖层。主要病虫害有：叶斑病(*Cercospora* sp.)、红蜘蛛(*Tetranychus* spp.)和蝗虫。

蝴蝶豆一般每公顷年产鲜物质30～40吨，干物质含量约22.3%。干物质含粗蛋白18.7～25.5%，粗纤维26.5～33.0%，P_2O_5 0.44～1.70%，K_2O 1.47～1.91%。营养丰富，适口性好，适于放牧和晒制干草。

（胡耀华）

胡椒（pepper）　胡椒科胡椒属中的栽培种，学名*Piper nigrum* L.，多年生木质藤本植物。经济寿命20～30年，为世界重要香辛作物之一。种子含有5～9%的胡椒碱，1～2.5%的挥发油，在食品工业中用作调味香料、防腐剂；医药上用作健胃、利尿剂。

在自然状态下攀缘生长，株高7～10米，栽培胡椒高度控制在2～3米。蔓近圆形，节膨大，有气根。单叶互生，心脏形全缘，掌状脉。穗状花序，长6～12厘米，多为雌雄同花。浆果球形，熟时红色，种子黄白色，为主要食用部分（见图）。



胡　椒

栽培胡椒有大叶种和小叶种两个类型。原产印度，栽培历史悠久，遍布亚洲、非洲、拉丁美洲近20个国家。1947年中国最早引入海南省琼海县栽种，现仅存一株；1951～1954年多次从国外引入海南省，并开始较大面积栽培。1982年全国栽培面积9 267公顷，总产3 837吨，主要产地为海南省和雷州半岛一带。

要求较高温度，最适年平均温度在22℃以上，冬季无霜。绝对低温6℃以下，持续2～3天，嫩蔓枝断顶。年雨量要求1 500～2 000毫米，分布均匀。雨水过多易发生疫霉病。蔓枝脆弱，要求静风环境。结果植株要求光照充足，过渡荫蔽会影响开花结果。一年生植株需要荫蔽。要求土壤排水良好，土层深厚，土质疏松，pH5.5～7。土壤积水易烂根和发生病害。

用插条繁殖。从幼龄株的主蔓切取插条，长30～40厘米，有5～7个节，去掉下部叶片，上端两个节多带一个分枝和10～15个叶片，在苗圃培育约20天出新根后便可定植。修筑高梯田或起垄，单行或双行种植，株行距约2×2.3米。定植前施足充分腐熟细碎基肥，斜植种苗，种后淋水，遮荫覆盖。长出主蔓后及时立支柱（水泥柱或石柱）。印度尼西亚和印度分别用刺桐或槟榔作支柱，主蔓绑在支柱上，以后每隔10～15天绑蔓一次，苗高1.2米时进行第一次剪蔓，即在离地20～30厘米高处剪去主蔓，保留第一层或第二层枝序。以后再剪3～4次，每次剪蔓在新蔓长高1米以上时留3～4个节，剪去主蔓，在切口下部留4～6条新蔓，使形成圆筒状树型。如不留种苗，可采用多次去顶和整型方法。即在第一二次剪蔓后，每当新蔓长至40～50厘米时，留3～4个节去顶，连续去顶5～6次，直到封顶为止。树冠内部的徒长枝蔓每年尚需修剪2～3次。在植株封顶前，必须摘花，防止过早结果。

幼龄期施肥以氮肥、水肥为主，每月施1～2次。结果植株施肥视开花物候期而定：每年在采果后开花前重施肥一次，萌芽期、果实生长期和发育期各施肥一次，并注意增施钾肥。

胡椒最忌积水，在开垦建园时要挖好排水沟，雨季注意排水。主蔓基部定期培土，结合冬季松土时进行。干旱季节需灌水和覆盖。

胡椒有三种重要病害：①胡椒瘟病*Phytophthora palmivora* var. *piperis*，为害根、茎、叶、花、果，引起整株死亡，严重流行时可摧毁整个胡椒园。雨量过多时发病严重，做好排水工作是主要的预防措施。发病初期，用1%霜疫灵、1%敌菌丹、1%硫酸铜淋灌消毒植株基部土壤，可控制病害蔓延；地上部喷0.5%霜疫灵或0.5%敌菌丹，可保护嫩枝叶不受感染。②细菌性叶斑病*Pseudomonas* spp.，主要为害叶片，引起大量落叶，枝蔓枯死。③花叶病（病毒病），染病植株生势差，可减产27～43%。选用无病种苗是主要预防措施。

胡椒害虫有柑桔腺刺粉蚧*Ferrisiana virgata*与柑桔粉蚧*Planococcus citri*，为害叶与蔓，引起落叶和枝蔓枯萎。大发生时可喷有机磷杀虫剂防治。胡椒果象甲*Lophobaris piperis*与茎象岬*Lophobaris serratipes*，分布于印度尼西亚、马来西亚，为害果与蔓。西非胡椒斑螟*Anonaepestis tamsi*钻蛀嫩梢，引起枝蔓枯萎。这些害虫均能随种苗传播。

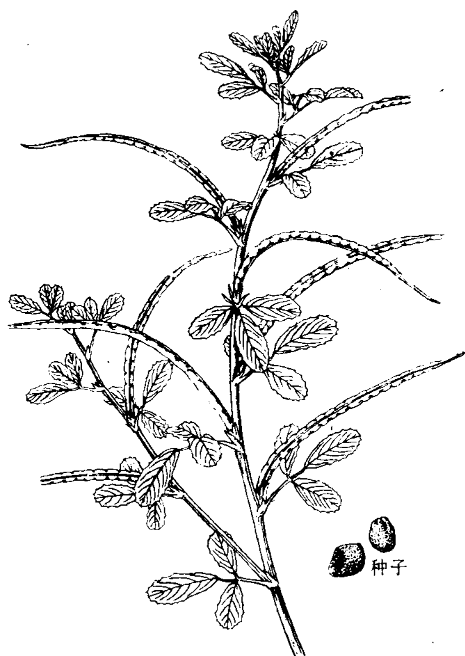
种后3～4年即有收获，一般白胡椒产量为1 500～2 250千克/公顷，最高产可达12 750千克/公顷。世界主产国马来西亚平均4 129.5千克/公顷，巴西3 039千

克/公顷，印度尼西亚528千克/公顷，印度274.5千克/公顷。1982年中国平均872.5千克/公顷。花期较长，全年均有少量果实成熟。开花后至果实成熟需9～10个月。海南省产区多留秋花，5月至7月收获；雷州半岛一带留春花，收获期在次年1月至2月。收获期长，须分5～6批采收，最后一批应将植株上果实全部摘完。以每穗果实变黄并有3～5粒转红色为采收标准。采果后，直接晒干脱粒即成黑胡椒，制成率为33～36%。用流动水浸泡7～10天至果皮果肉全部腐烂，洗净晒干即成白胡椒，制成率为25～27%，每千克有19 000～24 000粒。

世界胡椒栽种面积约18.7万公顷，总产18.2万吨。主产地为印度、印度尼西亚、马来西亚，产量占世界总产60.7%。近年来巴西已升为主产国。1981年世界胡椒贸易量13.2万吨，主要进口国是新加坡、美国、欧洲共同体和苏联。（张籍香）

胡芦巴 (common fenugreek)　豆科胡芦巴属中的栽培种，学名*Trigonella foenumgraecum* L.，一年生草本植物。别名云香草。种子供药用。原产地中海沿岸。希腊、黎巴嫩、土耳其、伊朗、苏联等国种植较多，中国主产四川、河南、甘肃、安徽等省。

株高20～80厘米，全株有香气，茎直立，多丛生。三出羽状复叶，互生，小叶长卵形或卵状披针形。花1～2朵，腋生，无梗；花冠蝶形，白色，后渐变淡黄色，基部微带紫色。荚果细长，扁圆筒状，直或稍弯曲，先端具长喙，内有种子10～20粒，棕黄色，矩圆形。花期4月至5月。果期5月至6月。



胡　芦　巴

喜冷凉气候，适宜于向阳、排水良好、土质疏松肥沃的砂质壤土，pH7.5左右为好。用种子繁殖，可春播或秋播。春播在3月下旬；秋播在9月中旬至10月上旬，以秋播为好。秋播宜早，可使幼苗安全越冬。用条播法，按行距30厘米开沟，沟深3厘米，将种子均匀撒于沟内，覆薄层细土，稍加镇压，每公顷用种量30～37.5千克。7～10天出苗，苗出齐后间苗。生长期间及时松土除草，注意排灌水。在冬季增施腊肥，开春后施返青肥，果实成熟前可增施过磷酸钙。5月下旬至6月下旬，当下部荚果变黄熟时，选晴天，割下全株，晒干，脱粒，去杂质。每公顷产种子1 500～2 250千克。

种子含生物碱、皂甙、黄酮化合物及多种蛋白质。含蛋白质20～35%，含油3～9%。种子味苦、性温。有温肾、祛寒、止痛作用。主治肾虚阳痿、寒疝偏坠、睾丸冷痛、胃寒痛、寒湿脚气肿痛乏力。药理实验：种子油有催乳作用。从种子内提取的薯蓣素和类固醇物质为医药工业制造口服避孕药的新原料；提取的蛋白质还可制造食品和加工油漆工业用酸。种子粉可代咖啡，嫩茎叶可做蔬菜。（王亚淑）

胡麻 (linseed)　即油用亚麻。亚麻科亚麻属的普通亚麻种，学名*Linum usitatissimum* L.2n=30，一年生草本植物。

胡麻籽含油量一般达39～49%，油色黄亮，味香可口。是中国西北、华北地区民间食用油。

胡麻油脂中含有大量亚麻酸和亚油酸、油酸等不饱和酸，碘价高，容易吸收空气中氧气而迅速干燥，是一种很好的干性油。是世界上制造涂料、油墨的理想原料；在制革和机械工业上也得到广泛应用。胡麻种皮内含有6～10%的果胶质，是一种优良的粘合剂，多用于制革、医药和国防工业。

种子榨油后的饼粕，含蛋白质33.3%、脂肪8.6%、纤维素7.8%、无氮浸出物31.7%，是牲畜的精饲料。可以作肥料。是尼龙、塑料等轻工业和食品工业的原料；胡麻茎秆纤维是副产物，占茎秆干重12～17%。其纤维品质次于苎麻，工艺质量不如纤用亚麻；胡麻碎茎适于造纸、压制纤维板或充当温水沤麻的燃料。脱粒后的果壳可作猪饲料。

起源与栽培史　胡麻起源于近东的山岳地带，在这个地区仍可见到它的原始祖先。它的初级起源中心在中亚地区，在印度及其北部邻近地区有广泛的变异群体。在长期驯化栽培下，分离为纤维用型和油用型，从印度向西传入非洲和欧洲。

胡麻是世界上古老作物之一。考古学者所获得的第一批栽培胡麻种子属于新石器时代。公元前3 000～前2 000年间，亚述人、巴比伦人和埃及人已广泛种植胡麻，种子直接作为食用。印度在公元前1 600～前1 440

年间已有大面积种植。公元前4世纪俄国已利用胡麻种子榨油，作为食用油。公元15～16世纪已成为世界上重要的经济作物之一。

胡麻传入中国已有2000年左右的历史。中国记载胡麻最早是在北宋苏颂等撰写的《图经本草》（1061年）中，称胡麻籽"出兖州威胜军，味甘、微温、无毒可治大风疾"。说明中国当时是作为中药而种植的油用型亚麻。到了清代才有作坊榨油，成为中国北方的主要油料作物之一。

生产概况　胡麻适应性强。在农业栽培条件较差的地区也有较大的种植面积。据1983年联合国粮农组织年鉴统计，胡麻分布于56个国家。亚洲面积最大，达501.8万公顷，占世界总面积的39.19%。以印度面积最大，占亚洲栽培面积的89.3%，占全世界面积的35%左右；其次是苏联，占世界面积的22.72%。阿根廷、加拿大、美国、中国也是世界胡麻主要生产国。1983年世界胡麻籽实产量为237.4万吨。其中阿根廷、印度、加拿大、分别占世界总产的28.22%，20.05%，19.59%。胡麻单位面积产量较低。1974～1983年世界统计平均每公顷产量变幅在420～540千克。单产最高的国家是新西兰，但自1974～1983年的十年间一直徘徊在每公顷2000千克上下的水平上。胡麻籽最大出口国是加拿大，1983年出口为57.287万吨。胡麻是中国西北、华北的主要油料作物。据1985年中国农业年鉴统计，中国胡麻面积为63.2万公顷，总产达42.79万吨，每公顷平均产量675千克。80年代以来，中国胡麻种植面积基本稳定在63.3万公顷。以内蒙古自治区面积最大，其次是甘肃、山西、河北、新疆等省（自治区）。在辽宁、四川、云南、陕西、西藏等省（自治区）均有少量种植。

栽培类型　胡麻栽培历史悠久，丰富的自然变异，加之人工选择的作用，在世界各地形成了许多不同的类型。主要分为三种类型：即纤维用型、两用型和油用型。中国栽培的主要有油用型和两用型。

油用型胡麻。植株矮小。茎基分茎多，4～8个不等。每株结蒴果80～120个。千粒重5～7克，含油量较高。

两用型胡麻是中国选育和推广品种中的主要类型，株高介于油用型和纤维用型（见**亚麻**）之间，为50～80厘米。因品种、播种密度、播种时间的不同，茎基分茎数多少不一。千粒重6.5～9克，含油一般为40～45%，工艺长度可达30～50厘米。茎内纤维含量12～17%。

油用大粒种胡麻，植株较低，籽实千粒重可达11～13克，种子含油量39～42%。

半冬性多茎匍匐胡麻，株型呈半匍匐状态，尤在现蕾、开花期前后明显。千粒重4～6克，含油37～40%。

形态特征　直根系。入土深度0.9～1.5米，横向延伸为60～80厘米，集中于40厘米范围内



胡麻的栽培类型

茎呈细长圆柱状，表面光滑，被有蜡质，因品种和地区的不同而异。株高60～100厘米，茎粗1.5～3.5毫米。油用品种多从子叶叶腋和第一二真叶叶腋发生一级分枝，构成多茎型植株，具有补偿田间密度的能力。主茎或分茎上部形成花序分枝，一般单茎一级分枝为3～5个。从茎基子叶叶腋向上至茎上最低分枝基部的距离，叫工艺长度。工艺长度和茎粗度是衡量出麻率和纤维质量的标准。胡麻纤维质量不如纤用型亚麻，出麻率也低，为15%左右，而纤维型亚麻出麻率可达20～30%。

子叶较小，呈匙状。子叶形状和大小是鉴别品种的依据。真叶形状因着生部位而异，茎基部叶片短呈纺锤形，中部为长纺锤形，上部叶片较大为披针形。而花序上的叶片变小，呈纺锤形。属无柄、单叶、全缘，螺旋着生在茎上。全株有70～130个叶片。叶片上被有蜡质。

花着生于分枝的顶端，为聚伞形总状花序。单生，花萼、花冠各5枚。花色为白、浅蓝、紫红和粉红色。雄蕊5枚，基部合生。雌蕊有5个花柱。子房5室，每室胚珠两枚。

蒴果球形，上有5条棱，果顶稍尖。果实呈黄褐色。蒴果内分为5室，每室分为两部分，果内有10粒种子。

种子呈扁卵形，尖端略弯曲。千粒重5～13克。表面光滑，色泽由浅黄色到暗褐色，个别品种为灰褐色。种皮含有果胶质，种子遇湿失去光泽，并能粘着在一起失去发芽能力。

生物学特性　自花授粉作物，自然异交率1%左右。凌晨闭花传粉，经2～3个小时花粉管可伸长到胚

珠。一日内7～9时为盛花期，9～10时花瓣开始散落、柱头萎缩，午后温度下降时全田落花。阴雨天气，落花延迟，下午时有开花现象。

胡麻属长日照作物，在日光充沛条件下，形成多枝的花序，结果多，含油量也高。特别在开花期更需晴朗天气，有利于授粉和增加每蒴果着粒数；凉爽的气候，昼夜温差大，有利于油分的积累。从播种至成熟需要大于10℃有效积温1 400℃以上，生育期80～125天。可划分为出苗、枞形、快速生长、现蕾、开花、成熟6个时期。

胡麻适应性较强，在不良的气候和土地上，较其它作物也能获得较好的收成。耐盐能力中等，0～30厘米土层内全盐在0.3%、氯根在0.09%时，出苗率严重下降。

种子在1.7～2.8℃低温下即可发芽，幼苗出土后有忍耐短时间－4℃地面温度的能力，－5℃即可发生冻害。

栽培技术　一般在5厘米深的地温稳定在7～8℃时即可播种。中国胡麻产区分布广泛，播种期自3月中旬至5月上旬。由于胡麻对霜冻只有中等抗性，在生育期短、有早霜威胁的地区适时早播是防止秋冻的关键措施。以条播为宜，一般行距20厘米，每公顷播种量45～60千克。在水肥供应较充足的土地上，生产50千克胡麻籽实，大约从土壤中吸收氮素、磷素、氧化钾肥分比例为1.0：0.3：0.67。对氮的需要量，以出苗到枞形期最多，到开花始期吸收全生育期氮素的70～97%。开花至成熟期需要大量的磷，但早熟种在现蕾前期吸收磷素的量为全生育期的44%。枞形期至开花期吸收钾最多，从对胡麻施肥效益估价，基肥比追肥作用大，用磷酸二铵等复合肥料作种肥。水地胡麻追肥时间在枞形末期进行，以施用氮肥为主，一般只进行一次追肥。有条件可根外追施磷肥。

胡麻需水时期是在枞形期至现蕾期，也是花序形成，花器分化，茎伸长的关键时期。有灌溉条件的，宜在枞形末期和现蕾期灌水。少雨的干热地区，一生需要灌4～5次水。从开花到收获以晴朗少雨天气为好，连阴多雨，易倒伏，减产，籽粒含油率下降。

收获　当胡麻茎叶呈浅黄色，中下部叶片开始脱落，蒴果呈黄色，摇动时沙沙作响，即为成熟期，也就是7～9成的成熟度产量最高，含油率亦高，为收获适期。种子贮藏水分不得超过10%。　　（李心文）

胡枝子（perennial lespedeza）

豆科胡枝子属的一个种，学名*Lespedeza bicolor* Turcz.，多年生小灌木，又名二色胡枝子。肥、饲兼用植物。分布于中国东北、华北和西北；朝鲜、日本、苏联也有分布。

根系发达，茎直立、粗壮，高一米以上，多分枝。羽状三出复叶，顶生小叶较大，倒卵形或椭卵形。总状花序，腋生，花有紫、白二色。荚果倒卵形，疏生柔毛，荚不开裂，每荚含一粒种子，千粒重8克左右（见图）。



胡　枝　子

耐荫、耐旱、耐寒、耐瘠薄。再生性强，每年可刈割2～3次。春播或夏播，可直播或育苗移栽，行距70～100厘米，播深2～3厘米，每公顷播量7.5千克，撒播的可增至22.5千克。

鲜草中含干物质13.6%，粗蛋白质4.6%，粗脂肪0.8%，粗纤维2.1%，无氮浸出物4.8%，灰分1.3%。主要用于放牧或刈割，晒制干草。纤维素含量高，含单宁，故适口性较差。羊喜食，马、牛经习惯后采食。夏季枝叶可压绿肥，花美丽可供观赏，枝条可编筐，亦可用于水土保持，是改良低产山地及水土保持的优良灌木。

胡枝子属在中国有40余种，多可作建立人工草地及水土保持之用。其中较重要的除胡枝子外，尚有铁扫帚*L. sericea* Miq.、多花胡枝子*L. floribunda* Bunge、达呼里胡枝子*L. dahurica* (Maxim) Schindl.、细枝胡枝子*L. virgata* DDC.、白花胡枝子*L. tomentosa* Sieb.、美丽胡枝子*L. formosa* (Vog.) Koehne.、细叶胡枝子*L. hedysaroides* (Pall) Kitagawa等，它们的习性和栽培技术大致与胡枝子相同。

（关渠来）

花粉培养

见单倍体育种。

花粉直感（xenia effect）

带有显性胚乳的花粉，授于隐性母本上，当代所结籽粒表现出父本相应性状的遗传效应，又称为胚乳直感。玉米黄色胚乳为显性性状，以黄玉米的花粉对白玉米进行授粉，在母本植株上就能结成黄色胚乳的籽粒，当代就显示出父本的显性性状；在这种情况下可以其作为鉴定真假杂种的直观方法。反之，如以黄色胚乳玉米作母本，与白胚乳父本植株的花粉相杂交，当代所结籽粒仍与母本原来的显性性状相同，不体现出花粉直感现象。这是因为玉米的胚乳是在双受精过程中形成的三倍体组织，由两个极核与一个精核结合而成，而且有关性状

的表达是按完全的显性作用进行的。在母本白粒×父本黄粒的杂交当代，其胚乳基因型yyY，就能表达Y黄粒的完全显性作用。

但是某些胚乳性状的表达不是按完全显性的方式，而是依照基因剂量的多少而定。当粉质(fl)玉米接受了硬质(Fl)玉米的花粉时，胚乳的遗传组成是flflFl，表现为粉质，其中显、隐性基因剂量之比是1:2。fl有两份剂量，就能表现效应，Fl虽为显性，但只有一份剂量，所以不能产生效应，无法显示花粉直感；在相反的硬质×粉质杂交组合中，胚乳组成是FlFlfl，显、隐性基因剂量之比是2:1，表现出与母本相同的硬质胚乳。

有时，当两个都是无色籽粒的玉米进行杂交时，当代会出现全部或一部分紫色或红色籽粒的现象，这是由于糊粉层色素基因互补遗传的作用。

花粉直感也能在种子胚部上反映出来。由于种胚是精、卵结合的二倍体组织，只要父、母本的种胚性状有显、隐性差别，显性作用完全，就能在杂交当代种子的胚部表现出来。已知玉米中的R^{nj}基因在与其它胚乳色素基因共同存在的前提下，就能同时产生深紫色粒冠和明显的紫胚。因而在设计恰当的杂交组合中，可以展示出胚乳直感和种子胚部直感。但是，处于籽粒最外一层的果皮，是由母本二倍体组织发育而成，它的性状表现，不受当代花粉直感的影响。

了解花粉直感，是理解玉米籽粒性状遗传的必要基础。由于胚乳性状的变异繁多，根据花粉直感的原理，可以设计出各种遗传育种试验和简易的教学示范试验。50年代就利用花粉直感现象，合成了胚乳的显性标志测验种，用来筛选孤雌或孤雄生殖所产生的单倍体籽粒，进而加倍成为纯合自交系。在育种实践中，利用花粉直感现象，还可以帮助查明意外的种子混杂，特别是在繁殖甜玉米、糯玉米、白粒玉米等隐性材料时更为适用。 （潘才道）

花旗参 见西洋参。

花生 (peanut)

豆科落花生属作物，学名*Arachis* L.，一年生草本植物。因地上开花、地下结实，故名落花生，又名落地松、万寿果、番豆、无花果等。花生仁富含脂肪和蛋白质，是一种重要的油料作物，也是食品加工、医药和化学工业原料。花生可直接食用，是一种深受人们喜爱的小食品。

起源　花生属有22个种，原产于南美洲安第斯山麓以东，亚马逊河南部和拉普拉塔河的北部。其中只有一个栽培种*Arachis hypogaea* L.起源于玻利维亚的安第斯山麓。花生栽培种为一异源四倍体（2n=4x=40），包括两个染色体组，其中一组具有一显著短小的染色体A，称为A组；带随体的为B染色体组。栽培种的演化有多种说法：一致认为*A. batizocoi*是栽培种B染色体组的供体种。在A染色体供体种上则有三种见解：有的学者认为*A. chacoense*和*A. villosa*是供体种；有的认为是*A. cardenasii*；有的则认为玻利维亚的许多原始群体和过渡类型的一些性状与*A. monticola*、*A. batizocoi*和*A. duranensis*相近，并证明*A. hypogaea*中的疏枝亚种是由密枝亚种演化而来。

传播史　发现新大陆之后，由西班牙和葡萄牙的探险家逐渐将花生传播出去。据各方面研究可能同时有几条途径：①这个时期有大量植物引入欧洲，最早的报道是西班牙的内科医生N.蒙纳德斯（N. Monardes, 1374）的描述。由于花生植物形态上的特异性，经过两个世纪学者的纷争和研究，一直到1693年出版的美洲植物志才有了明确一致的认识，但由于气候和农业生产条件的限制，欧洲并没有在生产上利用。②由葡萄牙航海家从巴西经过马来群岛传入非洲东海岸。据研究系巴西型花生（普通型），大约于16世纪中期，并由贩奴船带到北美洲，美国的维琴尼亚州是美国奴隶劳动的重点地区，这批花生发展为今日的维琴尼亚型花生。③中国的花生是经由巴西、秘鲁、墨西哥沿太平洋船运航线，由墨西哥的阿卡普尔科至菲律宾的马尼拉、马达加斯加、爪哇而至中国的东南沿海一带。据研究，这条路线上所传播的是秘鲁型花生（龙生型）。中国古籍记载最早种植花生的是广东、福建等省，所种植的"番豆"意指外国来的花生，实际上指的就是龙生

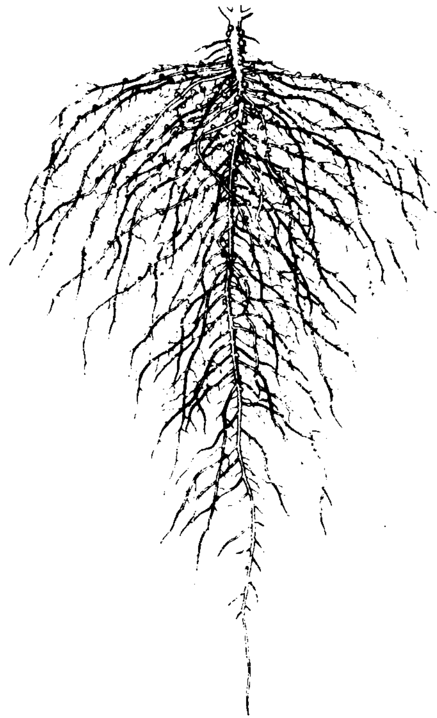


图1　花生的根系

型花生。

形态特征

根　圆锥根系，由主根、侧根和很多次生细根组成。主根上生出四列侧根，呈明显的十字形排列。侧根上又长出许多细根。花生的根系很发达，主根可伸入土层两米左右，但根系主要分布在30厘米内的土层中。花生根上生有根瘤，着生在主根上部和靠近主根的侧根上的根瘤较大(见图1)。

茎　直立，幼时截面呈圆形，中部有髓，盛花期后，主茎中、上部呈明显棱角，全茎中空，下部木质化，截面呈圆形。主茎高度因品种类型不同而差异较大，从十几厘米至几十厘米。一般具15～25个节，有的品种在良好的栽培条件下可达30多个节。在主茎上出现的分枝称一次枝，在一次枝上出现分枝称二次枝，依次类推，有的品种可达3～5次枝之多。

叶　分不完全叶及完全叶(真叶)两类。多数枝条上的第一节偶尔第二、第三节着生的叶是不完全叶，称"鳞叶"，两片子叶亦可视为主茎基叶的两片"鳞叶"。花序上每一节着生一片桃形苞叶(即花的外苞叶)，每一朵花的最基部有一片二叉状苞叶(即花的内苞叶)，这些都属于变态叶。花生的真叶由叶片、叶柄和托叶组成。叶片互生，为四小叶羽状复叶，但有时也见到多于或少于4片小叶的畸形叶。花生叶柄细长，一般在2～10厘米的范围内。叶柄基部有两片托叶，其叶片形状常见的有椭圆形、长椭圆形，倒卵形和宽倒卵形等(见图2)。

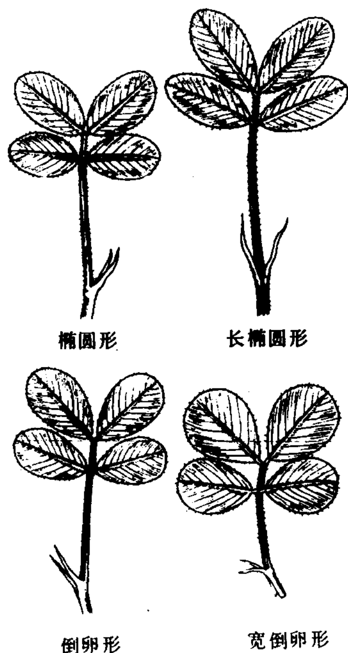


图 2　花生叶片形状

花　总状花序，在花序轴的每一节上的苞叶叶腋中着生一朵花，有的花序轴很短，只着生1～3朵花，近似簇生，称为短花序；有的花序轴明显伸长，多为4～7朵花，有的10朵花以上，称为长花序。为两性完全花，蝶形花冠，包括有旗瓣、翼瓣和龙骨瓣，黄色、橙黄色。由苞叶、花萼、花冠、雄蕊和雌蕊组成(见图3)。雄蕊10个，通常2个退化，4个圆形，4个长圆形。

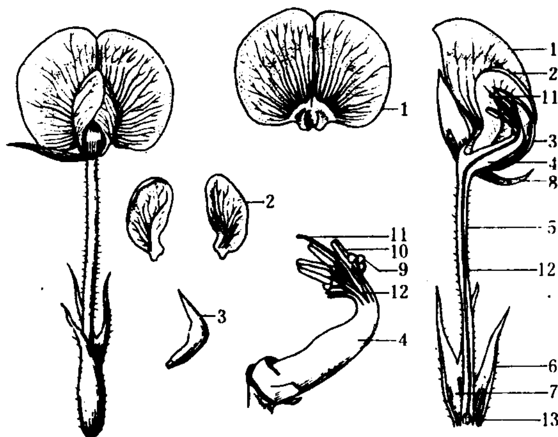


图 3　花生花器构造

1. 旗瓣；2. 翼瓣；3. 龙骨瓣；4. 雄蕊管；5. 花萼管；6. 外苞叶；7. 内苞叶；8. 萼片；9. 圆花药；10. 长花药；11. 柱头；12. 花柱；13. 子房

果实　荚果，由果壳和种仁组成。果壳较硬，一般不开裂，占荚果重的30%左右。各室间无横隔，有深或浅的缩缢，称果腰。荚果形状有：普通形，多具二粒种子，果腰较浅；斧头形，多具二粒种子，前端平，后室与前室成一拐角；葫芦形，多具二粒种子，果腰深，果形似葫芦；蜂腰形，多具二粒种子，果腰特深，果形稍细长似细腰蜂。茧形，多具有二粒种子，果

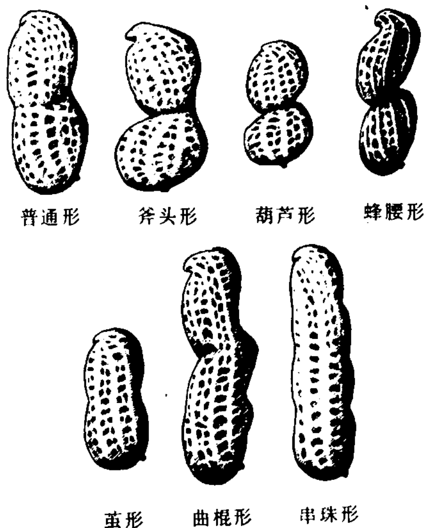


图 4　花生荚果果形

腰极浅，果嘴不明显；曲棍形，每荚种子多在三粒以上，各室间有果腰，果壳的腹缝方面形成几个突起，先端一室稍向内弯曲，似拐棍；串珠形，每荚种子多在三粒以上，排列似一串珠，各室间果腰不明显，果嘴不甚明显（见图 4）。

花生种仁着生在荚果腹缝线上，其外形可分为三角形、桃圆形、圆锥形和椭圆形（见图 5）。花生种皮

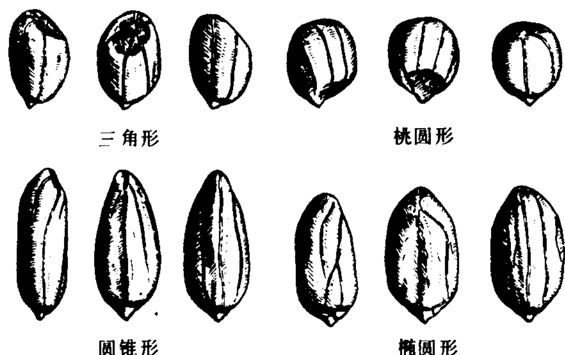


图 5 花生种子形状

的颜色，大体可以分为紫、褐、紫红、红、粉红、黄、白、花皮等多种。花生种子由种皮及胚构成，胚又分为胚芽、胚轴、胚根及子叶四部分（见图 6）。

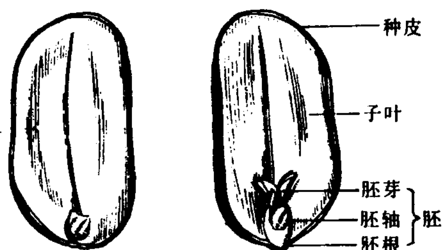


图 6 花生种子构造

对环境条件的要求

温度　花生是喜温作物，全生育期所需的总积温 2 800～3 460℃。品种类型间有明显差异，早熟品种低些。发芽的最低温度：珍珠豆型、多粒型花生是12℃；普通型、龙生型花生是15℃。在不同的温度下，种子发芽所需的时间也不同。在25℃左右时发芽快，发芽率也高；超过37℃时发芽速度反而降低，发芽率也开始下降，温度过高，有的品种甚至不能发芽。苗期所需温度以20℃左右为宜。温度过高，苗期缩短，提早开花，幼苗嫩弱。如温度偏低，影响幼苗发育，使苗期延长。开花下针期适宜的日平均温度为23～28℃，低于21℃或高于30℃时，开花数量显著下降，开花也不整齐；低于18℃或高于35℃时，影响花粉粒发芽和花粉管伸长，不能受精；适宜温度为25～33℃。温度较高有利于荚果的发育。

水分　据研究，每生产 1 千克花生干物质约耗水 450千克左右。如水分不足，会影响植株的生理活动，光合作用减弱，生长慢，干物积累少，花芽分化发育慢，花量少，荚果发育慢，种子不饱满，产量低。但土壤中水分过多，由于土壤空气少，影响根系生长和根瘤菌的繁育，造成根系吸收能力减弱，茎叶生长缓慢，叶片变黄，花量少，荚果发育不良，严重的造成烂根、烂果。据研究结果：花生适宜的土壤持水量，从播种至出苗以60～70%、苗期以50～60%、开花至荚果充实以 60～70%、荚果成熟期以 50～60% 较合适。

光照　花生属短日照作物，但对光周期的反应不甚敏感。因此，南北相互引种均能正常生育结实。在短日照条件下，有促进分枝生长、开花和增结荚果的作用，并对植株氮、糖积累和养分转运而增进果实饱满。花生的生长发育对日照强弱有比较明显的反应，日照弱，主茎节间长，分枝少，开花延迟；良好的光照条件，可以使节间紧凑，分枝多，花芽分化良好，开花下针期日照弱，开花数减少。

土壤　花生对土壤适宜性较广，耐酸、耐旱、耐瘠，是开发红壤土的先锋作物，pH值适宜范围5.5～7.5。适宜土层深厚、土质疏松、熟化的耕作层20厘米左右；保水、保肥力较强，比较肥沃的沙质壤土，排水良好，地下水位低，特别是南方稻田花生，地下水位要降至50厘米以下。

成分和用途　花生仁含有60%的脂肪和30%的蛋白质，含热量很高。生的全脂花生仁每 100 克含热量为568卡，炒熟的全脂花生仁含热量585卡。在花生仁的蛋白质中含有人体所必需的 8 种氨基酸，花生蛋白质的可消化率很高，约为蛋白质总量的90%，生熟花生差异不大。花生仁中还含有多种维生素和无机盐类（见表）。此外，还含有锌、锰、硼、铜等元素。

花生中维生素和无机盐的含量(mg/100g)

维生素（每百克干子叶中的含量）			无机盐（每100克籽仁中的含量）				
E（每100克油中的含量）	C	B	钾	磷	硫	镁	钙
26.3～59.4	5.8	1.42	680～890	250～660	190～240	90～340	20～80

现代医学研究证明，花生仁、种皮、果壳、叶、茎、油均可入药。花生种皮能抑制纤维蛋白的溶解，促进骨髓制造血小板，加强毛细管的收缩机能，有止血作用。

花生油品质良好，营养丰富、气味清香，是人们所喜爱的食用油（见**花生油**）。花生酱含有大量的脂肪、蛋白质和糖，易于消化，味香可口，是一种很好的食品。

饼粕，蛋白质含量高达50%左右，还有少量的脂肪。含N 7.56%，P_2O_5 1.37%，K_2O 1.50%。其含氮量比菜籽饼、大豆饼、棉籽饼、亚麻籽饼都高。符合卫生条件的饼粕，可加工成食品添加剂或用作饲料和肥料。茎叶含有14%左右的蛋白质、2%左右的脂肪和45%左右的碳水化合物。蔓生型花生的蛋白质和脂肪含量略高于丛生型。每千克茎蔓含有可消化蛋白质70克左右，可作牲畜饲料。果壳中含蛋白质4.87～7.2%，脂肪1.2～2.8%，碳水化合物10.6～21.2%，粗纤维65.7～79.3%。花生壳经发酵处理可提炼石蜡、活性炭等多种产品。

生产概况　花生在世界上的分布很广，主要集中在亚洲、非洲和美洲的热带和亚热带地区。栽培面积，据1986年联合国统计，为1 968.1万公顷，其中亚洲约占世界种植面积的60%，其次是非洲为33%，再次是美洲近6%，其它洲种植面积很少。主产国是印度、中国、美国、印度尼西亚、塞内加尔、缅甸、苏丹、阿根廷、巴西、南非等国，其中印度种植面积达780万公顷，约占世界栽培面积三分之一。年总产量（生果）占世界的30%以上，自1979年以来（除1985年外）一直居世界首位。中国居第二位，约占世界栽培面积15%左右；自1979年以来，年总产量，逐年递增；1985年年总产量达675.3万吨，首次超过印度。美国的种植面积比较稳定，年总产量列世界第三位，在主产国中，单产保持世界首位，平均每公顷3 000千克。非洲主产国家塞内加尔、尼日利亚和刚果的种植面积和总产量因气候等因素波动幅度较大。

中国花生分布范围极广（18°N～47°N），从热带以至寒温带都有大面积的生产栽培，与其他国家的生产背景截然不同，因而形成了丰富的种植方式和品种类型。中国除青海省、宁夏回族自治区和西藏自治区外，据不完全统计，有1 652个县、旗、市种有花生。1984年全国花生种植面积为242.1万公顷，年总产481.5万吨，平均单产每公顷1 988千克。主产区为山东、广东、河北、河南、广西、辽宁、四川、安徽、江苏等省（自治区）。其中山东省种植63万公顷，占全国面积的1/4，年总产量占全国的37%；广东省为38.7万公顷，居第二位；河北24万公顷，列第三位；河南19万公顷，居第四位。广西、辽宁等省（自治区）种植面积在10～15万公顷。生产上有春、夏、秋、冬四作，以春作为主，夏作在迅速扩大，秋作也在发展。东北地区和西北黄土高原的花生生产由于地膜等栽培技术的推广，有了较快的发展。自1949～1984年面积仅扩大1倍。由于栽培制度的改良，以及花生栽培技术的提高，单位面积产量有了明显地提高，总产增加了2.8倍。

国际贸易　花生是贸易中的大宗商品之一。一般分为食用花生和榨油花生两种。70年代以来，世界年贸易量约200万吨（按生果计算）。主要出口国有美国、中国、阿根廷等国家，出口量最大的是美国。据美国农业部统计1985/1986年美国出口量为16.7万吨，中国18万吨，阿根廷14万吨，其他国家25万吨。进口量最大的是荷兰，为12.9万吨；法国10.5万吨；英国9.0万吨。世界花生油进出口总量63.8万吨。主要进口国：法国13.5万吨，意大利5.0万吨，比利时3.7万吨，中国香港3.0万吨。主要出口国：塞内加尔10.5万吨，中国1.5万吨，巴西3.0万吨，阿根廷2.6万吨。

花生在国际贸易中，根据品种类型、荚果、花生仁形状和大小，各国分为许多商品类型，如高实型、爪哇型、那塔型和中国的旭日型。花生仁按大小分级，每英两60～80粒为小粒，40～60粒为中粒，30～40粒为大粒，20～30粒为特大粒。食用花生仁的水分最好在6%左右，最高不得超过7.0%；生仁的颜色为淡红色或淡褐色，无杂色、杂质。花生果在国际贸易中，较为流行的是两仁的大花生果，最好每英两10～12个，三仁花生果在市场上也有销路，由于花生果多系烤食用，要求果皮质厚，皮色洁白，粒实饱满。

中国花生对外贸易始于1890年。出口的花生产品有：大路货之生米（平均每英两为50粒）、选粒生米（按级别确定粒数）、花生果（大路货及选粒货）、生油（普通生油）。随着生产的发展和技术的提高，80年代以来，中国出口的花生产品有：中国花生油、中国特级花生油、中国浓香花生油、青岛大花生、旭日花生、四川天府花生等三十多种产品。出口到英国、法国、荷兰、联邦德国、意大利、加拿大、新西兰、日本、香港、澳门等70多个国家（地区）。　　（王在序）

花生病害（peanut diseases）　由细菌、真菌、病毒、线虫等的侵染而造成对花生生长发育的为害。花生锈病、叶斑病、青枯病、病毒病、菌核病、白锈病以及根结线虫病等病害在世界各花生主产国都有发生，每年都造成不同程度的减产。中国花生产区因病害一般减产20%以上，病害种类有30多种，其中以叶斑病、锈病、根结线虫、青枯为害较重。北方产区主要是根结线虫和病毒病；南方产区以锈病和青枯为主；叶斑病则全国普遍发生。

花生叶斑病　主要是褐斑病 *Cercospora archidicola* 和黑斑病 *Cercosporidium personatum* 引起的。病菌侵染叶、茎秆、叶柄、托叶。褐斑病和黑斑病叶上症状相似，褐斑圆形暗褐色，周围有黄晕，表面有灰色粉状物；黑斑圆，黑色，背面有轮状排列小黑点。褐斑或黑斑病全国普遍发生，一般减产10～20%，严重的减产30～40%。褐斑病发生早于黑斑，高温多雨

和连作发病重。直立型品种较蔓生型品种抗病。花生不同品种对褐斑病和黑斑病的抗性不同。病菌在病残株的落叶上越冬，发育适温是25～28℃，低于10℃或高于37℃则停止生长发育。所产生的分生孢子借风雨传播。

花生锈病　由真菌*Puccinia arachidis*所引起的。病菌为害叶片、叶柄、托叶、茎、果柄及荚壳，生黄褐色隆起的夏孢子堆，夏孢子堆破裂后散出锈状粉末。中国未见冬孢子，也未见其他寄主作物。因此，侵染循环全靠夏孢子，初次侵染来源，存在着本地和外地菌源的可能性。根据广东省的研究，侵染来自春、夏、秋、冬不同植期花生病株上的夏孢子，靠风力雨水辗转传播。落在叶面上，只要保湿6小时，即完成侵入。发病适温为16～28℃，潜育期为6～8天，超过32℃发病轻。夏孢子发芽受温度、湿度、光照、氢离子浓度影响，强烈光照能抑制发芽。病害的流行与田间菌源量、降雨量、露水等关系密切，台风后锈病往往大发生，中国锈病有自南而北传播的趋势。

花生病株出现早落叶、断针烂荚、品质下降、减产15～60%，发病愈早损失愈重。南方产区，早播春花生病轻，早播秋花生病重。水田较旱田发病重。北方花生产区是偶发性的，但为害程度与灌溉和南方产区锈病流行程度有关。

花生病毒病　中国已知较重要的是南方产区的丛枝病；北方产区的花叶病和矮化病。最近，又发现新的花生病毒，类似斑驳病毒，定名为花生条纹病毒。

丛枝病病株枝叶丛生，矮缩，叶变小，花器变为绿色的叶片，严重发病时子房柄不插入土中，反向上呈"秤钩"状。病原物是类菌质体，由叶蝉传毒，可疑寄主有多种豆科作物和豆科绿肥等。主要分布在广东和福建两省，尤以秋花生最常见。播种期高温发病率高，严重时发病率可高达80%。

花叶病毒病株叶片呈现黄绿相间的斑块；矮缩病株，叶变小，节间显著缩短，高度只有健株的1/2至1/4，很少结荚，荚果细小，种子表皮皱缩。一般减产20～30%。主要分布在山东、辽宁、河北、江苏等省，它们的发病规律相似，温度低于24℃有利发病，高于30℃发病轻；播种早的发病重；蚜虫发生多发病严重；病株种子能带毒传病，品种的抗病力有差别。

花生叶斑病、锈病和病毒病以农业综合防治为基础，如合理轮作、水旱轮作等措施，结合药剂防治。

花生根结线虫病　由花生根结线虫*Meloidogyne arenaria*和北方根结线虫*Meloidogyne hapla*引起的。病株茎叶发黄、矮小；根部、果柄和果荚生虫瘿，从虫瘿上生出许多细小的毛根，毛根重复受线虫侵染，形成乱丝状的毛根团。主要分布在山东、安徽、江苏、河北、辽宁、吉林、河南、广东、广西等省（自治区），以山东、辽宁、河北三省发病最重。减产视为害程度而异，发病严重的几乎失收。线虫耐水淹，耐寒力强，但不耐干燥，虫瘿在含水量8%以下即全部死亡。主要靠土壤内的病残株中的卵越冬，翌年地温20～26℃最适宜侵入，地温高于34℃不能侵入；土壤含水量为田间最大持水量的70%左右最适宜侵入。以连作、杂草多、砂质土的田发病重。借流水、病土、病残株、人、畜、农具传播蔓延。花生线虫病是检疫对象，要做好检疫工作，防止病害传入无病区。其次，实行与非寄主作物轮作，清除田内外的寄主杂草。发病损失严重的田块可用药剂防治。选用抗性品种是防治的根本办法。

花生青枯病　由细菌*Pseudomonas solancearum*引起的。病株主茎从顶梢第二片叶首先表现症状，叶色暗淡、凋萎。因植株枯萎时，叶片仍保持青绿，故名。病株主根腐烂，维管束变黄褐色至黑色。

该病是中国南方花生产区一种严重的病害，主要分布于广东、广西、福建、江西、湖南、湖北、江苏和安徽等省（自治区）；山东、辽宁、河北和河南也有发生。一般发病10～20%，严重的达50%以上。

病原细菌喜高温，以34℃为适温，在湿润土壤中能存活多年，但强烈阳光、干燥和长期淹水情况下，容易死亡。田间多种杂草亦感病。主要通过带菌的土壤、病株、流水、堆肥及农具传播；种子是不带病的，病株喂牛后，粪便中的病原菌仍能传病。

合理轮作和种植抗病品种是防病的主要措施。花生与水稻轮作一年，严重病田轮栽两年，即收到明显的防效；旱地轮作应在发病率较低时即贯彻执行，发病率10～20%时轮作2～3年，轮作期间避免种植感染青枯病菌的作物，可与甘蔗、玉米、高粱、小麦轮栽。蔓生型品种抗病力较直生型强。选用抗性强和丰产性好的品种。病田改土，犁耙晒田，及时排除积水等可减轻为害。（周亮高　李文容）

花生虫害 (insect pests of peanut)　由节肢动物主要是昆虫的侵袭，造成对花生的为害。世界上危害花生的害虫很多，据报道，美国约有360种，苏联有12种，中国约有130种。中国花生产区分布广泛，各区均有害虫发生。

种子和幼苗害虫　约有23种，主要是地下害虫。其中蛴螬为害最重，在全国花生产区普遍发生。以北方花生产区受害最重，优势虫种有华北大黑金龟甲*Holotrichia oblita*两年1代，成虫与蛴螬隔年交替越冬。蛴螬越冬后，翌年上移咬食种子、胚芽、幼根、胚颈，严重时食光或出苗后整株被咬死，造成缺苗断垄，甚至绝苗毁种。种蝇*Hylemyia platura*、沟金针虫*Pleonomus canaliculatus*、网目拟地甲*Opatrum subaratum*等蛀食种子、胚芽、钻食胚茎，受害种子不能出苗或致害后成弱苗，甚至缺苗。小地老虎*Agrotis ypsilon*、非洲蝼蛄*Gryllotalpa africana*等能咬断嫩

茎或截断幼根，造成缺苗断垄。花生大蟋蟀*Brachytrapes mitratus*、台湾油葫芦*Gryllus mitratus*等主要在南方花生产区发生为害，以若虫和成虫掘土营穴，黄昏出穴为害。咬食胚茎，有时把断苗拉入穴内，上述害虫均生活于土内，为害时间长，损失严重。

茎叶的害虫　约有90余种，主要有豆蚜、烟蓟马等，致害后嫩叶皱缩变形，发生面广，为害严重。60年代后成为南北方花生产区常发的害虫，其代数多，繁殖快，尤其遇干旱年份，若查治不及时，几日即可成灾。红蜘蛛为害的叶片变成灰白色，严重时干枯脱落。取食叶片及嫩茎的蒙古灰象甲*Xylinophorus mongolicus*、华北大黑金龟甲、黑皱鳃金龟甲*Trematodes tenbroides*、黑绒金龟甲*Maladera orientalis*等，严重时全部吃光。棉铃虫、棉大造桥虫、苜蓿夜蛾、豆芫菁、斜纹夜蛾等幼虫喜食花蕾，为害叶片，使叶片破碎，造成孔洞或缺刻。棉铃虫在北方和长江流域等花生产区，60年代开始成为生长期的重要害虫。花生须梢麦蛾是南方花生的主要害虫，受害的叶片变成潜叶、荚叶或卷叶型虫苞，严重时干枯脱落。花生小绿叶蝉*Empoasca flavesceus*、灰飞虱*Laodelphax striatella*及斑须蝽*Dolycoris baccarar*等为害的叶片黄化变白，以致全株干枯萎缩。斜纹夜蛾*Prodenia litura*是一种暴食性害虫，主要分布于大部分花生产区，整个生育期均可发生，但以开花下针期为害严重。幼虫能大量的取食叶片、嫩茎、花朵、果针等造成严重减产。

荚果害虫　有27种，其中以蛴螬最为猖獗，种类繁多，生活史、习性和发生时期各异。如一年一代的暗黑金龟甲*Holotrichia morosa*成虫喜食榆、杨等高树树叶，而拟毛黄金龟甲*Holotrichia formosana*成虫不取食，此两种金龟甲均以老熟蛴螬越冬，不为害春苗，但其当年生的蛴螬皆暴食荚果为害严重；两年一代的华北大黑金龟甲以成虫越冬，翌年成虫取食花生等寄主植物，而棕色金龟甲*Holotrichia titanis*的成虫则不取食植物，但其当年生蛴螬都为害荚果；三年一代的云斑金龟甲*Polyphylla laticollis*成虫喜食松针，但其蛴螬严重为害荚果。总之，在花生结荚期所有致害蛴螬的种类都为害荚果，直到花生收获。低龄蛴螬为害毛根、果针及幼果。随着龄期的增加，体重增加，食量增大，暴食果仁造成空壳，严重时根系和荚果全部食光，颗粒无收。金针虫、蚂蚁及地老虎等害虫，将荚果钻蛀成孔洞，取食果仁，影响荚果发育和质量。严重时果仁被吃光，壳空变黑。斜纹夜蛾幼虫取食嫩果和果仁。

防治措施　搞好虫情预测预报，采取综合治理。

播种期。应注重防治以蛴螬为重点的地下害虫。播种时采用内吸性颗粒化学药剂直接盖种。此法除能防治为害种子和根系的大黑、棕色、黑皱、毛棕和云斑等蛴螬、金针虫及种蝇等害虫外，同时兼治同期发生的取食地上茎叶的大黑、黑绒、黑皱等金龟甲、网目拟地甲，以及取食汁液的蚜虫、蓟马、红蜘蛛等多种害虫。实行合理轮作，施用腐熟粪肥，适期播种，均能减轻虫害发生。

植株生长期。害虫种类繁多，南北方等各个花生产区可选用不同的药剂防治吸食汁液的蚜虫、蓟马、叶蝉、红蜘蛛和咬食叶片、花蕾的棉铃虫、斜纹夜蛾、造桥虫、豆芫菁以及形成苞叶的须梢麦蛾等害虫；对咬食茎叶的大黑、黑皱、黑绒、暗黑、云斑等金龟甲、蒙古灰象甲等效果明显。在用药防治的同时，采取毒饵诱杀蒙古灰象甲、蟋蟀，榆树枝诱杀大黑、暗黑等金龟甲，杨树枝、黑光灯、糖醋草把诱杀斜纹夜蛾。采用生物防治，中国害虫天敌种类颇多，例如金龟甲的天敌有中华广肩步甲*Calosoma (campalita)*、蟾蜍、刺猬等。蚜虫的天敌有瓢虫、食蚜蝇、蚜茧蜂等；须梢麦蛾的天敌有小茧蜂、姬蜂等，它在消灭害虫中占有重要地位，无残留污染，利于生态平衡，应保护利用。

结果期。查清虫种及密度，注意防治为害荚果的蛴螬、金针虫、网目沙潜、地老虎、蚂蚁等地下害虫。方法可用乳剂浇灌或颗粒剂撒于花生植株基部土壤上，既可防治入土产卵、取食叶片的金龟甲，又能防治当年生的低龄蛴螬，同时能兼治金针虫、地老虎等其它地下害虫。

70年代开始应用乳状芽孢杆菌*Bacillus popiellae* var. *shandang*和寄生蛴螬的臀钩土蜂*Tiphia* sp.等防治蛴螬，它们的自然寄生率高，资源丰富，应开发利用。　　（宋协松）

花生的分类 (classification of peanuts)

以花生第一次分枝上花序与分枝的比例关系为分类的主要依据，并根据主茎上有无花序，侧枝与地面的角度以及荚果和种子的形态特征作依次分类标准，将花生品种予以归纳整理，制定通用术语，便于工作。

国际分类　研究花生系统分类较早的有：1910年英国J. E. 斯托克(Stok)、1919年美国R. A. 沃尔德伦（Waldron)、1933年法国A. 齐瓦勒(Chevalier)和美国R. T. 海斯(Hayes)等人，主要以生长习性、叶、荚果和种子作为分类依据，且多为数量性状，难于掌握，没能引起科学界的重视。

1945～1951年美国W. C. 格雷戈里(Gregory)等人根据花生主茎开花与否和侧枝上、营养枝与生殖枝排列方式，作为主要分类性状，按分枝型区分为连续开花型和交替开花型两大类。1955～1958年英国A. H. 本廷(Bunting)等人研究结果进一步证实开花习性可作为分类的依据。1960年，阿根廷A. 克拉波维卡斯(Krapovickas)将花生栽培种分为两个亚种，每个亚种又按荚果及其性状各分为两个变种（见表），是世界上通用的分类法，对于花生品种研究的开展和国

际间品种及资料的系统交流打下了良好的基础。

栽培种花生分类

Arachis hypogaea L.	栽培种花生
ssp. *hypogaea*	密枝亚种
var. *hypogaea*	密枝变种
var. *hirsuta* Kohler	茸毛变种
ssp. *fastigiata* Waldron	疏枝亚种
var. *fastigiata*	疏枝变种
var. *vulgaris* Harz	珠豆变种

由于花生品种性状的多样性，以及科学研究与生产上的需要，各花生主产国均在这个基础上，而有不同的习惯分类法：美国通常依据植株的综合性状分为Virginia type（弗吉尼亚型），相当于密枝亚种；Spanish type（西班牙型），相当珠豆变种；Valencia type（瓦林西亚型）相当疏枝变种。70年代以来又依据荚果的商业标准而提出一个Runner type（兰娜型）；印度C. R. 塞谢德里（Seshadri）依据综合性状分作7类23群；也有一些学者采用侧枝的直立、蔓生、荚果的大小等分类。国际上的农艺学品种分类基本上采用美国的分类法。

中国的分类　孙大容等在1957年将中国花生分为4类，40群。在农艺学的综合性状分类的基础上，按荚果性状命名定为普通型（弗吉尼亚型）、龙生型，二者都是交替开花的密枝型；珍珠豆型（西班牙型）、多粒型（瓦林西亚型）二者都是连续开花的疏枝型。其基本原则和分类法与当时国际上的分类基本一致。

中国花生品种类型：

主茎无花序，第一次侧枝上花序与营养枝两两交替，第二次侧枝具相同关系的为交替开花类型。其中：①植株从直立到蔓生，叶片倒卵圆形，叶色浓绿，茎枝有棱角中空，荚果茧状，荚果两仁，种子表面光滑，先端和基端混圆形的为普通型。②植株全部蔓生，侧枝长，圆形中实，匍匐性强，叶片大小不一，颜色不一，全株被明显的茸毛，荚果曲棍状，以多粒种子为主，有明显的果嘴和龙骨，荚壳网纹深，种子表面有凹痕，先端和基端有斜截面的为龙生型。

主茎有花，第一次侧枝上全是花序或连续着生3～4节花序发生一个营养枝的为连续开花类型。其中：①直立植株高大，很少有第二次分枝，叶大长椭圆形，茎枝花青素明显，荚果长棍状，2～4粒种子，长圆柱形，表面光滑，前后种子相邻处有截面，为多粒型。②直立第一次侧枝上可见少数第二次分枝，叶椭圆形，绿色或黄绿色，荚果小，茧状，种子有种阜，表面光滑，多圆珠形，为珍珠豆型。

在交替开花和连续开花类型间进行杂交的结果，选育出来的新品种兼具双方的性状，分枝较多，连续开花的频率较高，荚果大小中等。如68-4、鄂花3号等品种，因而在类型的划分上，又派生出：主茎有花中间型和主茎无花中间型（见图1、图2）。

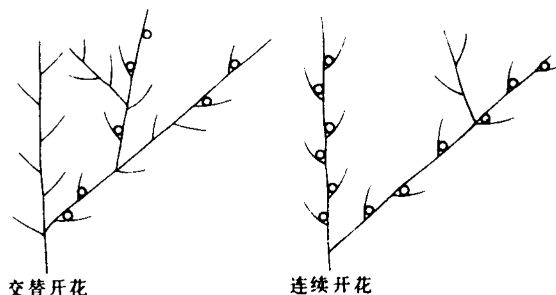


图1　栽培种花生分类模式

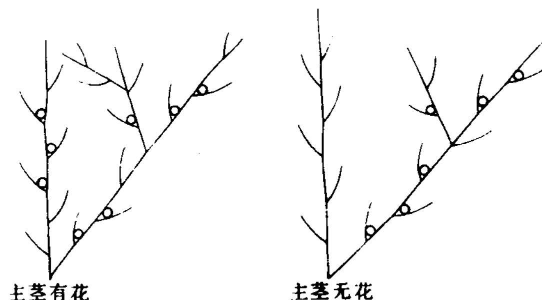


图2　栽培种花生衍生分类模式

中国的研究结果认为在交替开花，密枝类的品种中，有明显的果喙和背腹隆起，多粒荚果并呈曲棍状的应作一分类单位，根据其荚果形状命名称"龙生型"。这个类型和阿根廷克拉波维卡所划分的"茸毛变种"或亚洲花生相近似，部分相当于法国M. 杜巴德（Dubard）的秘鲁型花生（Peruano type）。尽管栽培种花生种质资源的世界收贮量已近二万份，但在农业品种资源的分类和利用上，按各国常用分类法仅见三个栽培类型（弗吉尼亚型、西班牙型和瓦林西亚型）和一个商品类型"兰娜型"（Runner type）。中国的龙生型花生在世界花生生产和科学研究领域中具有独特的位置。

龙生型花生在中国不仅具有悠久的种植历史，而且分布相当广泛。据所收集到的性状各异的大量品种资源，可以推断是经过长期自然选择及人为驯化的结果而衍生的变异群体。这是中国栽培品种中最古老的品种类群。据分析中国可能是栽培种花生的一个次级变异中心。　（段乃雄　孙大容）

花生地膜覆盖栽培（peanut culture with mulching membrane）　利用超薄型薄膜覆盖在花生播种地上，是一项花生增产的栽培技术措施。

地膜覆盖的春植花生，一般比露地栽培的地温提高2～3℃，可提早半个月左右播种。播后种子发芽、出苗快，出苗率高，植株生长势强，光合率高，荚果发育快，饱果率高。一般可比露地栽培的提早收获半个月，每公顷可增产1 000千克以上。为高纬度、高海拔、

无霜期较短的地区发展花生生产创造了条件。中国长江流域花生产区用地膜覆盖的春花生，7月下旬即可收获，不影响晚稻的栽插，有利于水稻田土壤的改良。同时由于地膜表面光的反射，减少了有翅蚜虫向花生迁飞而减轻病毒病的为害。地膜覆盖可减少水分蒸发，提高地温等作用。

盖膜方法一般采取播后盖土和喷洒除草剂后覆盖地膜，花生出苗后即在膜上打洞，这种方法保温性能好，但较费工；另一种是先整好地和喷洒除草剂，然后覆膜和播种，这种方法较省工。无论采用哪种方法，由于覆膜后无法追肥，所以要施足底肥；整地越细，地膜越紧贴地面，效果越好。

采用地膜覆盖栽培有明显的增产效果。但地膜残留于土壤中造成土壤污染，同时薄膜粘附植株上影响茎叶利用；过分消耗土壤肥力。（陈朝庆）

花生地下结实（underground fruiting of peanut） 花生是地上开花，地下结荚的作物，是一个非常特殊的习性。花生子房基部具有一个非常旺盛的分生细胞层（即子房柄），受精后，受精卵和胚乳核开始分化发育，子房柄迅速分裂伸长，形成一个紫黑色的棍状突起，直径约1～2毫米，子房位于它的顶端，称为"果针"。果针具有与根相类似的吸收水肥和向地生长的特性，果针入土一定深度后，停止伸长，子房横向发育成荚果。果针的伸长受由子房分泌的内源生长素、赤霉素和乙烯等控制。荚果发育需黑暗、机械刺激、水分、温度、氧气和养分等综合条件，而以黑暗和机械刺激最为重要。不入土的果针，受精胚不发育，子房不膨大；入土的果针，如露出土面，荚果就停止发育，若重新放入土中，荚果则可继续发育，但发育较差。机械刺激对其发育有三种作用：一是刺激子房组织加厚；二是使子房背腹两侧的生长不平均，使荚果横向生长；三是促进子房分泌生长素，促进乙烯的形成，使荚壳变厚。温度与荚果发育有密切的关系，结荚区温度保持在30℃左右时，荚果发育最快。当低于15℃时，荚果不发育。水分过多，由于氧气不足，荚果发育缓慢，空果、瘪果多，结果少而小，且易烂果；但水分过少，对荚果发育不利，以田间持水量60%左右为适宜。荚果具有吸收水肥的功能，尤其钙素主要依靠果针和荚果的直接吸取（见**花生需钙特性**）。

（陈朝庆）

花生根瘤菌剂（rhizobium inoculant of peanut） 花生根瘤中生有一种共生的豇豆族固氮细菌，是通过人工选择培养出的侵染力强、固氮能力高的菌种所制成的液态或固态的接种剂。中国农业科学院油料作物研究所选育的菌种"809"和"971"有显著的增产作用。根瘤菌的固氮能力随着植株的生长发育而逐渐增强，至盛花期达到高峰，据研究能供应生育期需氮量的1/3以上。固氮量受土壤酸碱度、水分、通气状态和土壤氮素营养的影响，而表现不同的增产效果。据中国山东、广东、河北、江苏、辽宁、湖北、四川等省多年大面积生产利用，增产效果达15%左右。在生茬地上尤其显著。

根瘤菌剂拌种时要用清洁的容器，拌种要均匀，不要损伤种皮。施用时菌种或拌过菌剂的种子要放在荫凉处，避免阳光曝晒，要随拌随播，也可以结合拌肥盖种。（王在序）

《花生科学》（*Peanut Science*） 英文，美国花生研究与教学协会（The American Peanut Research and Education Society）会刊。刊登花生研究论文，每年春、秋季各出一期，全年二期一卷，每卷约100页，大16开本。（卜慕华）

花生良种繁育（peanut seed production） 花生在生产过程中，由于机械混杂、天然生物学混杂以及不良栽培条件引起植株变矮、早衰，荚果变小，单仁果增多等劣变退化现象。需要及时地采取有效措施进行防杂、保纯和加速繁育，向生产提供大量优良的种子。

为了保持良种种性，延长使用年限，美国建立了严格的种子检验标准；育种者的种子由种子公司控制，在农业单位监督下生产基础种子。基础种子繁殖出的是登记种子，后两类种子可直接出售给持有检验种子证明的农民种植，发证单位分别在室内作种子质量检查。法国在非洲生产原种采用建立基因基地办法以保持良种的代表性。中国业已制定了原种生产操作规程。原种生产采用"两圃制"并应用适宜的栽培条件。许多省还专门建立了原种繁殖场，有利于品种如期更换。

花生用种量大，繁殖系数仅10倍左右。中国通常采用单粒稀播和相应栽培措施，繁殖系数达50多倍。华南几省区利用春种秋植，提高了种子生活力，有利翌年春播。这种翻秋留种办法已作为种子工作的一项制度（见**秋花生**、**冬花生**），它不仅加速了良种繁殖，而且还可增加出苗率，提高单产。华北几省则采取北种南繁加速了良繁的速度，这种方法通常配合相应的栽培技术。（蔡骥业）

花生收获（harvesting peanut） 花生的花期较长，开花分散，因而荚果成熟很不一致，成熟期的确定比其他作物困难。过早收获，荚果尚未充分成熟，荚果种子不饱满，产量低；过迟收获，因死苗、落粒、发芽、烂果，发芽率下降，含油率低，产量也低。正常生育状态的花生，一直到收获期茎叶均应保持鲜绿色

（叶片变黄、脱落不应作为成熟的标准），地上植株标志只能作为参考。成熟的主要依据荚果的饱满程度。饱果率达80%以上，饱果果壳硬，脉纹清晰，内果皮海绵组织收缩并呈黑褐色，种子饱满、光滑，是成熟的标志，应及时收获。

生产上，根据花生的用途、后茬作物安排和气候条件等确定收获期。一般作种子用的花生，比商品用花生早收几天，以避免种子老熟或裂荚发芽。中国北方花生产区的种用花生要在霜冻前晒干入贮，避免种子受冻害。在花生收获后种植冬作物的地，为了使后作及时播种，获得较高的产量，往往适当提早收获花生。

花生的收获、干燥、贮藏技术　收获方式有机械收获和人工收获。作种用的花生，采用人工摘果。

收获后的花生要及时晒干，避免在水泥场地和中午烈日下晒种，以免温度过高而影响种子生活力。当种皮容易脱落，或折断子叶时断口整齐，并有清脆感，说明种子干燥度基本上符合要求。准确的鉴定方法是用烘干法测定种子的含水量。

荚果安全贮藏　主要受贮藏环境的湿度、温度及荚果含水量、杂质等因素影响。中国南方珍珠豆型花生种子安全含水量在6%左右；北方普通型大花生安全含水量在8%以下。又南方珍珠豆型花生的贮藏环境相对湿度在60%以下，花生荚果在贮藏期间，如种子含水量高、温度高、种子脂肪酶和其他酶的活性及呼吸作用增强，产生热量和水分，加快了病菌和害虫的繁殖，如是反复循环，导致种子酸败霉变，生活力下降。贮藏前必须精选荚果，去掉秕果、破损果、病果和杂质，并充分晒干，然后入贮。贮藏的方法：北方花生收获后至翌年夏季前，均处于低温干燥条件下贮藏，一般采用室内囤藏，也有采用露天囤藏；南方花生收获后，高温多雨要做好防湿散热工作。一般采用室内囤藏，或容器贮藏。作种子用的花生，采用通风干燥后低温容器贮藏。　（陈朝庆）

花生需钙特性（calcium requirement of peanut）　钙素对花生的营养生理、荚果和种子的发育有很重要的作用。钙素能加强花生的氮素代谢，促进根系生长和根瘤菌的繁殖；提高植株、荚果的含氮量和叶片的光合功能，并促进蛋白质及其他营养物质向荚果中运送，提高结果率、饱果率，从而提高花生产量和品质。花生的根、叶、果针和荚果均能吸收钙素。根、叶吸收的钙主要输送到茎、叶中，运送到荚果中很少。而果针和荚果吸取的钙，主要供应荚果需要。因此，在花荚期，应根据这种特性撒施钙肥。如钙质供应不足，将导致种子的胚芽不能正常发育，影响荚果的发育，严重时植株黄化，叶柄脱落、凋萎。花生需钙量和品种类型有密切的关系，普通型和龙生型花生对钙素的需要较多。珍珠豆型的需求较少，此类型更适宜在酸性红壤土栽培。　（陈朝庆）

花生油（peanut oil）　从花生仁提取的油。花生仁的冷榨油呈浅黄色，热榨油色较深，油透明而芳香，味美，营养丰富，可与橄榄油媲美。花生油用途广，有较高的冒火点，约227℃，主要作烹调用油，可作色拉油、人造奶油；在毛纺工业上是一种最好的润滑剂；冶金工业上是一种淬火剂；在医药上可作擦剂；在农业上可作杀虫药乳化剂。

世界花生总产的2/3用作榨油。花生种子含油量为44～56%，平均为50%，花生油含80%不饱和脂肪酸和20%饱和脂肪酸，至少含有八种必需的脂肪酸。其中油酸占40～65%高于菜籽、大豆、棉籽和芝麻油；亚油酸占20～40%，均低于上述各种油；其他几种饱和酸占14～20%。其中多聚不饱和酸和饱和酸比超过2:1。花生油比菜籽油、向日葵油、芝麻油碘价低，为82～106，是一种不干性油，折光指数低，在20℃恒温下为1.4692～1.4719，油脂比重较小，为0.91～0.92。油酸和亚油酸比是油脂稳定性的指示值。油酸和亚油酸含量的变幅很大，前者是37～80%，后者为20～43%。但因不同类型品种有很大差别，如珍珠豆型品种间油酸变幅为39.45～52.64%，亚油酸是31.78～41.52%；龙生型品种间分别为39.07～59.28%和25.55～46.13%，而普通型品种间则分别为42.08～56.82%和26.85～41.81%。花生亚油酸含量愈高稳定性愈低（即货架寿命或冷藏寿命也低），亚油酸含量和油的稳定性呈显著相关。但随品种而有差别，蔓生型品种低于珍珠豆型品种，因而油稳定，也随年份间种子成熟期的气候条件而有差别。整个花生脂肪酸含量随着花生成熟而变化，成熟种子与不成熟种子相比，其硬脂酸，油酸较多，花生酸、山俞酸、木焦油酸减少，而油酸、亚油酸随着成熟度的提高而增加。　（蔡骥业）

花生栽培（peanut culture）　花生对土壤适应性较广，耐酸、耐旱、耐瘠，是开发红壤上的先锋作物。适宜土层深厚、土质疏松、熟化的耕作层20厘米左右，保水、保肥力较强，排水良好，地下水位低，比较肥沃的沙质壤土上种植。同时根据花生对环境和栽培条件的要求，采取适宜的综合技术获取高产。花生生育过程中，需要氮、磷、钾、钙等元素和其它微量元素（见**花生需钙特性**）。除根系外，叶片、果针、幼果均有直接吸收能力。以开花下针期和结荚期需肥最多，成熟期和苗期减少。花生有根瘤菌共生固氮，氮素可提供自身所需氮素的30%，需要量较其他作物少。前作残肥有显著的增产效果。酸性土需施熟石灰，碱性土施生石膏粉，均有不同程度的增产效果。

播种　花生必须力争一次全苗，并达到齐苗、苗

壮，为高产打下基础。播种前整地，无论平作、垄作和畦作，均要保证整地质量，保持土壤水分。播种前带壳晒种一天左右，可提高出苗率。选取粒大、饱满的种子，可比粒小的提高出苗率，增产10%左右。用药剂拌种，可防治茎腐、根腐、冠腐等病害，毒土或毒饵防治地下害虫。双粒穴播或条播。播种深度一般3厘米左右，如墒情差，土质松，深度4～5厘米，可适度镇压，并要抢墒播种或造墒播种。长江以南稻田花生，因土质较粘，春雨较多，播种不要过深，以防土壤板结影响出苗率。

合理密植，能获得合理的群体结构，提高产量。一般普通型蔓生花生和龙生型花生宜稀，每公顷9万～15万株。珍珠豆型、多粒型花生宜密，每公顷22万～30万株；肥地宜稀，瘦地宜密；肥多宜稀，肥少宜密；稻田花生宜稀，旱地花生宜密；春植花生宜稀，夏、秋植花生宜密为原则。麦套花生，夏、秋花生均比春植花生增密20%左右（见图1,图2）。花生的营养面积配置以正长方形的双粒穴播较优；多粒和单粒穴播不能充分利用光能、土地而影响产量。

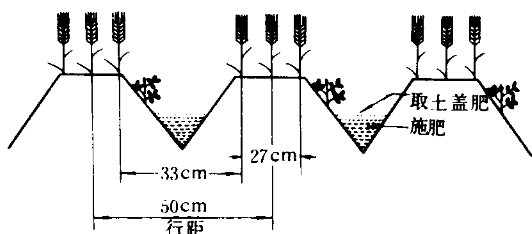


图 1 小垄麦套花生种植方式

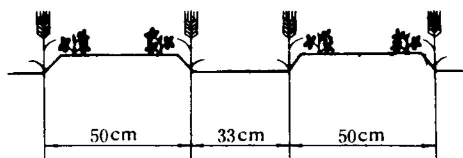


图 2 大沟麦套花生种植方式

田间管理 各生育期的生育特点和管理措施如下：

苗期。种子吸水量大，需氧量大，幼苗生长缓慢，根瘤菌侵染逐渐形成根瘤，但固氮能力差，尚需消耗植株养分，需结合第一次中耕追施氮肥；北方花生区春旱，深播，幼苗不能正常出土，第一对侧枝压于土下时，用小锄扒土清棵。中耕除草一般进行2～3次，也可采用化学除草剂，至始花期结束；长江流域和南方花生区的稻田花生，要排除渍水，保持土壤有充足的氧气，防止烂种，保障根系正常生长和根瘤菌的繁殖。如土壤干旱，应及时灌水；加强地下害虫和灰霉病、早斑病防治。

开花下针期。花生营养器官生长快，生长量大，大量开花和下针，需水量和肥量较多。适施石灰或石膏。根据生长势差，适当追肥；盛花后期培土，根据株行距大小而定，可提高饱果率和产量。

结荚期。植株生长最旺盛，荚果迅速膨大充实。要加强叶斑病、锈病和害虫防治；生长势偏旺的花生喷施生长延缓剂或矮壮素，以控制徒长倒伏；生长势偏弱的花生，喷施2～3次过磷酸钙澄清液和尿素；加强稻田花生排灌。

荚果成熟期。营养生长速度减慢，荚果大量增重、饱满、成熟。需加强锈病、叶斑病、鼠害和虫害防治；稻田花生地加强排水；适期收获（见**花生收获**）。

（陈朝庆）

花生种质资源（peanut germplasm resources） 包括花生农家品种、改良品种、特殊遗传材料以及花生野生种，均是花生育种的物质基础及发展有关研究的基础资源，亦是生物科学研究的重要材料。

资源概况 在20世纪30年代以前对花生**种质资源**的收集工作，仅限于各国的一些花生科学研究和教学单位，随着国际科技合作交流的发展，不少国家都对本国资源进行范围广泛的搜集。印度收集有4 900余份，日本亦从世界各地收集到近3 000份，美国农业部的南部地区植物引种站收集到4 000多份，中国收集4 000份左右，截止1984年底，据不完全统计，世界花生资源总数近 2 万份。保存最多的是国际粮农组织建于印度海德拉巴市的**国际半干旱热带地区作物研究所**。

中国花生种质资源的有计划收集工作始于1956年，截止1976年，先后收集到各种类型花生资源材料达2 835份，经过鉴定整理的有1 557份并编入《花生品种资源目录》。其中地方品种和新选育的品种有1 417份，引进资源140份。据1985年统计，补充征集和国外引进，可进入国家种质库保存的资源达4 000份，其中中国地方资源及新育成的资源约2 600份，从国外引进的栽培种及野生种资源约1 400份。是世界花生资源保存数量较多的国家之一。

中国花生资源，由中国农业科学院油料作物研究所负责管理保存由国外引入的种质；各省农业科学院负责保存本省地方品种；经过整理鉴定的花生资源长期保存在中国农业科学院作物品种资源研究所。

保存方法 花生富含油脂，脂肪酸中的亚油酸比重较大，易于氧化，难于长期保存。如充分干燥，使安全含水量保持在：种子6～8%，荚果9～10%，加容器密封，置于－1～－5℃的条件下，即可取得中期贮存的效果，花生种子在10～20年之内仍具有相当高的发芽力。若将种子含水量降至4～6%，温度降至－10℃，黑暗贮藏，贮存期可延至20～70年。

整理鉴定 20世纪50年代初期，中国整理鉴定出一批适合于各地直接利用的农家品种，都表现比一般地方品种高产、稳产，如广东省的狮头企；福建省的

勾鼻生、中琉球；四川省的金堂深窝子、南充扯子；湖北省的红安直立；江西省的强盗花生；山东省的伏花生、一窝猴；河南省的濮阳二糙，江苏省的睢宁二窝、油果花生；辽宁省的新金大粒以及河北省的抚宁多粒等农家品种。其中，山东省的伏花生直至60年代中期仍是中国北方花生的主要品种。在品种类型的利用上大都是依据当地的生产条件和习惯而进行多样性布局，许多农家品种对生产的发展发挥了一定作用。

随着育种事业的发展，促进了花生丰产性、早熟性、抗病性的鉴定并取得了一定成果。筛选出 Isred-136、PI315608、DHT200、PI314817、PI414331、PI414332、NCAcc-17090、NC76446(292)、Corto、Largo、Tifrust1-12 等抗锈资源，并在花生抗锈育种上利用。花生叶斑病是一种世界性的病害，通过对秘鲁的地方资源鉴定，已获得对早斑病具有高抗的种质，Tarapoto、PI259747、PI350680 以及它的姊妹系材料 PI341879，抗黄曲霉 A. sperzillus spp. 的 PI337409、PI337394 F 等。中国筛选出抗花生青枯病资源协抗青、台山三粒肉，已用来育成了一些抗病品种。（段迺雄　孙大容）

花生育种 (breeding peanut)　利用花生不同类型的**种质资源**，通过有性杂交、人工诱变、**引种**鉴定和系统选择等方法，有目的地进行遗传改良，选育高产、优质、抗病、适应性强或具有某种特殊性状的优良品种供生产用。

概况　有计划地育种工作始于19世纪初叶。美国、印度、中国、印度尼西亚开展研究较早，早期进行地方品种整理和系统选育。20世纪中叶，开始杂交育种。美国的佛州蔓生、以色列的卫滕代 3（Mwitunde 3）和印度尼西亚的施瓦茨21（Schwarz 21）等都是在世界上较有影响的改良品种。花生主要生产国，均可见到延续一二十年的推广品种，这很大程度上决定于原种的不断更新和良种纯化。新育成的品种通过杂交进行基因重组或人工诱变，在生产力、抗病性、品质等特性有较明显的改进。由于对品种抗病性要求越来越迫切，认为利用相似表现型的多品系品种，可以适应不同环境条件以及病源菌变异所造成的为害，有利于品种生产的稳定性和适应性。例如美国佛罗里达州农试站育成的佛州巨人、佛州蔓生等品种都是多品系种，后者为美国的优势品种，最大栽培面积曾达美国总面积的70%。

中国在20世纪50年代开始有计划地进行花生品种改良，至今已进行了三次品种更新。50年代主要收集、整理农家品种，选出以山东伏花生为代表的优良农家种10多个，推广后均比老的地方品种显著增产。60年代主要是系统选择育种，推广的品种有优系 1 号、北京大花生、狮选64等。70年代主要是杂交育种，育成了徐州68-4、花17、粤油551、白沙1016、鄂花 3 号以及抗青枯病的粤油92、鄂花 5 号、鲁花 3 号等优良品种。80年代以来又育成一批早熟、丰产的花生品种，如花28、天府 3 号、粤油116、鄂花 4 号等适于夏播与小麦套种或水旱轮作栽培的新品种。至1986年，已育成并推广优良品种100多个。

育种目标　丰产、早熟、优质、抗病、适应性广、适合机械化栽培是花生育种的总目标。根据各花生产区的自然条件和生产条件以及用途不同，具体选育目标各有侧重。

要选育生长健壮、分枝多、结果部位低、结果多、饱满度高、单产比当地生产品种增产10%以上；熟期要考虑当地的自然条件和生产背景，早熟是原则，但须与生育期协调，以求满足品种能充分发挥它的生产性能；油用花生要求荚壳薄，含油率53%左右；食用花生要求质地酥脆，含油率略低于油用，含蛋白质30%左右，食味好；外贸花生要求荚果大小适中，外型美观，种皮完整，色泽粉红的优良品种；中国长江以南选育抗锈病、抗叶斑病和抗黄曲霉毒素。北方产区选育抗叶斑病、病毒病、根结线虫病。青枯病蔓延地区选育抗青枯病的品种，并逐步育成兼抗或多抗品种；南方要求适应酸性土质，北方要求抗旱耐瘠薄和适合机械化收获，茎枝粗壮不倒伏，结果集中且部位低，荚果发育整齐，果柄坚韧，成熟后不易落果，脱果时果壳和种仁不易破碎的品种。

育种技术　花生属自花授粉作物，以杂交育种为主，辅以人工诱变，抗病育种必须采用自然病圃和人工接种。

花生品种类型间性状的差异很大，通过有性杂交，从基因组合的后代中，能选育出具有双亲优良性状或超越双亲的某一性状的优良品种。尤其是类型间杂交成效较大，是花生品种改良的主要途径。

花生杂交育种的成败关键在于亲本选配是否恰当。利用交替开花的普通型花生与连续开花的珍珠豆型花生类型间杂交，能选出分枝多、开花节多而集中，花序大的丰产型株形，又具有早熟，中果或大果，籽仁饱满的新品种。由于亲缘较远，其后代变异较大，杂种优势强，不仅可以育出优良的新品种，还可以创造出新的花生类型。如徐州68-4、鄂花 3 号、天府 3 号、花28等新类型均为两类型的中间型。抗病育种的组合配制必须有一亲本具有抗性，通过回交，转移抗性基因。

为保证杂交时采到足够的花粉，父本应比母本早播 7 天左右，每天下午 4 时以后进行去雄，第二天上午7～10时授粉。

杂种后代要严格依据遗传变异规律和育种目标，以及田间试验的表现进行处理。在F_1代剔除主要性状与母本相同的植株，无任何杂种优势的假杂种；F_2代

开始出现大量分离，为选择的有利时机。根据育种目标进行选择。花生是地上开花地下结果，给育种材料的处理带来一定的难度。地上选择株形紧凑，株高适中，茎枝粗壮，长势稳健；早期选择抗青枯病和锈病有效；疏枝型选择第一对侧枝果枝多，有利丰产性。地下荚果性状的选择，饱果中求大果。荚果大小、种皮色泽和熟性对早世代选择有利。中选的材料升入选种圃、品种鉴定和比较试验，符合育种目标的材料，可同时进行多点鉴定和区域试验。花生繁殖系数低，对优良品系要提早进行单粒繁殖，边试验边繁殖从而加快花生育种进程。杂种后代具体处理方法有系谱法、集团法、集团系谱综合法（早期世代等量繁殖，定型后系选）、系选集团法（姊妹系混合繁殖利用）等，利用冬繁加代的方法，加速育种进程。

（唐桂英　孙大容）

华南热带作物科学研究院（South China Academy of Tropical Crops）　农业部直属的从事橡胶等热带作物研究的专业科研机构。1953年创建于广州，原名华南亚热带作物科学研究所。1958年由广州迁到海南省儋县，1965年经国家科委批准扩建为研究院。何康为第一任院长，黄宗道为第二任院长。

该院以应用技术研究和应用基础研究为主，也重视开发研究。初期以橡胶为主要研究对象，随着生产的发展，逐步增加了其他热带作物如椰子、油棕、龙舌兰麻、胡椒、咖啡、可可、腰果、木薯、热带药用作物、热带果树和牧草等的研究。主要研究中国热带、南亚热带地区热带作物生产中的重大科学技术问题及其有关理论，包括抗性育种和栽培，丰产措施，土壤农化，生理生化，植物保护，栽培机械化，产品加工，设计和综合利用，标准化，以及农业区划，引种和资源开发利用等。

建院以来，先后取得科研成果约300项，特别是1979年以来，获得各级奖励的成果共157项。其中获得国家和部、省级以上奖励的93项。“橡胶树在北纬18～24度大面积种植技术”的研究，突破了世界上一般认为只能在南北纬10～15度之间植胶的界限，获得国家发明一等奖。该院还成功的移植成活现已割胶的花药橡胶；在橡胶多倍体和三倍体诱导技术及苗期产量预测等方面的研究，也居世界领先地位。1981年以来，先后示范、推广了橡胶综合高产技术，抗寒品系93－114，营养诊断施肥，草甘膦灭茅在胶园的应用，橡胶条溃疡病的综合治理，标准胶连续化干燥与自动打包工艺，橡胶木材防虫防腐与利用，胡椒高产栽培与瘟病综合防治，热带牧场草地改良，低毒早熟木薯6068，修枝整形机和挖穴机等共约70项科研成果，在生产上收到显著的经济效益。

该院设有7个研究所、两个试验站，并与华南热作学院共同建立了装备有先进的仪器设备的测试分析中心和计算中心，约有5 000公顷土地的试验基地。编辑出版《热带作物研究》、《热带作物译丛》、《热作参考资料》等期刊，并与中国热带作物学会合办了《热带作物学报》和《热作科技报》。其中《热带作物学报》附英文摘要，对外交流。先后还编著、翻译出版了橡胶等热带作物专著，开展对外学术交流，参加了国际橡胶研究与发展委员会（International Rubber Research and Development Board），并与法国国际农业开发研究合作中心（Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomigue pour le Developpement）、国际热带农业中心、日本筑波大学（University of Tsukuba）建立了科技合作、交流关系。

（梁荫东）

化学杀雄（emasculation with gametocide）　在作物发育的特定时期喷施某些化学药剂，以杀伤或抑制雄性器官发育，造成雄性不育。此类化学药剂又称化学杀交剂（CHA）。在大规模配制杂交种中，以化学杀雄代替人工去雄是经济有效的方法。生产上应用化学杀雄，一般简便易行，杀雄效果较好。与应用胞质不育或核不育配制杂交种相比较，应用化学杀雄不需要进行三系配套，任何材料通过化学杀雄后即可作为母本，以未杀雄的材料作父本，进行配制杂交种，一旦找到强优势组合，即可大规模应用于生产。因此，寻找较理想的化学杀雄剂，是育种专家和农药学家共同努力开拓的一个重要领域。

化学杀雄剂的应用研究，首先是R. F. 木尔（Moore）于1950年用MH（青鲜素，马来酰肼）对玉米进行化学杀雄试验。其后很多学者用它或其它药剂在一些作物上进行试验，结果都不理想。1971年P. L. 罗威尔（Lowell）和D. G. 米勒（Miller）用乙烯利处理小麦，虽然杀雄效果较好，但仍存在穗下茎不伸长（缩脖）和部分小花不实等副作用。70年代中期美国筛选出DPX3778在小麦和燕麦上试用，杀雄后人工授粉结实率可达50～80%。1981年以后英国的尼克森公司（Nickerson Co.）推出小麦化学杀雄剂WL 84811在世界一些地区进行试验，杀雄效果可达到100%，对雌蕊无明显不良影响，药效期长，对植株无不良副作用，是较理想的杀雄剂。但在1987年发现在饲养试验中对小白鼠有一定药害，故试验和推广工作暂时停顿。

中国从70年代初先后对棉花、水稻、小麦等作物进行了化学杀雄研究，发现甲基砷酸钠（$CH_3AsO_3Na_2\cdot 5\sim6H_2O$）和甲基砷酸锌（$CH_3AsO_3Zn\cdot H_2O$）对水稻有较好杀雄效果，已用于配制杂交水稻赣化2号（IR24×献党）和钢化青兰（钢枝占×青兰），并在生产上推广。

化学杀雄的原理在于利用杀雄剂的区分性杀伤作

用，即选择那些对雄配子有杀伤作用，但对雌配子无害或影响较小的药剂作为杀雄剂使用。对甲基砷酸钠和甲基砷酸锌的研究表明，这些药物被植株吸收后，还原为三价砷化物，能使蛋白质代谢发生障碍，导致花粉母细胞和小孢子正常代谢失调，使花粉发育和充实受到干扰。

在大规模应用化学杀雄剂之前，必须先进行药效试验，确定最适喷药时期及最适浓度。也要考察喷药后人工授粉的结实率，确定雌配子是否受到伤害。最适喷药时期一般在花粉母细胞形成到减数分裂期，但因作物、品种和药剂不同而有所差异。对大多数籼稻品种施用甲基砷酸锌的最适浓度为0.015～0.025%，对粳稻品种为0.020%左右，甲基砷酸钠的最适浓度为0.015～0.030%左右。小麦使用乙烯利和DPX3778的适宜浓度在1 000～8 000ppm之间。一般杀雄效果随浓度的增加而提高，但闭颖率和药害也相应增高。喷药时要使用性能较精密的喷雾器，要求雾点细，使叶片，特别是上部叶片上均匀布满一层药液。也要注意把相邻父本行隔开。

化学杀雄是一项新技术，世界各国都在进行药剂筛选工作。一旦选出杀雄效果更好，又无药害或不良副作用的新药，将会对杂种优势利用起到很大推动作用。（周骏芳）

化学调控（chemical manipulation of growth and development） 应用植物生长调节剂等化学物质，调节作物生长发育的技术。化学调控又称化学控制（chemical control）。特点是通过化学合成物质处理，影响植物体内的激素系统，促进或抑制作物的生长发育过程。

化学调控技术是在20世纪前半叶，在研究植物激素的早期工作基础上发展起来的。已知植物体内的激素有五类：生长素（Auxin）、赤霉素（Gibberelin）、细胞激动素（Cytokinin）、脱落酸（Abscisic acid）、乙烯（Ethylene）。自从研究确定植物的生长与发育是由植物自身产生的激素所控制，逐步形成了使用能改变植物内部激素系统的化合物——植物生长调节剂（plant growth regulators）以影响作物生育的概念，从而产生了化学调控技术。20世纪30年代初发现植物生长素后，有人将生长素类化合物在柑桔插枝上应用以促进生根。40年代，合成多种生长素类调节剂，扩大了化学调控技术在农作物上的应用。70年代以来，化学调控技术已在多种经济作物、粮食作物、园艺作物、观赏植物上得到大量应用。

中国开展植物生长调节剂的研究和应用已有40多年的历史，在一些农作物上也已取得初步效果。①延长或打破休眠。为了防止马铃薯在贮藏期间萌发，可用抑芽丹（顺丁烯二酸酰肼）、萘乙酸甲酯（MENA）、2，4，5-T（2，4，5-三氯苯氧乙酸）等抑制块茎发芽，并可减少贮藏期间的损失和提高品质。在马铃薯二季栽培中，则可用赤霉素处理，促使眠芽萌动。②防止徒长和倒伏。在水肥条件较好的麦田，应用矮壮素（CCC）防止小麦倒伏，效果较好。在花生上应用B_9处理，不仅可以防止徒长，而且能提高光合作用强度，加速同化产物向荚果转运，从而增加产量。在水稻上用B_9防止徒长也有一定的效果。在后季稻秧苗上用萘乙酸（NAA）或乙烯利（Ethrel）处理，可以控制秧苗过旺生长，便于机械插秧。大豆应用三碘苯甲酸（TIBA）处理，可使植株矮化，花荚增多，产量提高。③调控棉花株型和防止蕾铃脱落。应用2，4－D、萘乙酸、赤霉素等化学物质防止棉花落蕾落铃有一定的效果。矮壮素也有防止徒长，减少蕾铃脱落的效应，但存在着使铃壳变厚、棉铃成熟延迟等问题。在水肥条件较好的棉花上应用缩节安（1，1-二甲基哌啶鎓氯化物）处理，可以阻碍棉株内赤霉素的生物合成，增强光合作用和根系活力，抑制主茎和果枝伸长，使棉株稳健生长，结铃集中、铃重增加，有促进棉花优质高产的效果。④促进作物生长。在水稻开花末期、灌浆初期喷施增产灵（4-碘苯氧乙酸），可促进水稻灌浆，增加粒重。苎麻应用赤霉素处理，可促进茎秆生长，防止早花，抑制结实，增加纤维产量。⑤催熟。在大麦、小麦成熟前应用乙基黄原酸钠处理，可以提早成熟3～5天。甘蔗应用增甘膦〔氮-氮-双（膦羧基甲基）甘氨酸〕，可以促进成熟并增加蔗糖含量。应用乙烯利于晚熟棉田，可使棉铃内部产生大量乙烯，促进过氧化物酶的活性，使叶片的光合产物较快地运往棉铃，并且更多地分配到纤维中去。一般棉铃可以提早开裂七天左右，霜前花和皮棉产量有所提高，而且不影响纤维品质。

化学调控技术通常是针对作物生产中的某些关键问题，并且这类问题是传统技术所不易解决或者很不经济时应用。化学调控技术的效果与环境条件有密切关系，同时随着作物品种、器官、生育期、生理状态的不同，生长调节剂的效果也会产生某些差异。植物生长调节剂的应用，不仅要查明某种药剂对作物产生的基本效应（直接效应），还需要了解药剂与作物品种、密度和水肥管理措施共同作用所产生的复合效应，才能确定适用的化学调控技术。

参考书目

勒克威尔，L.C.著，殷宏章译：《生长调节物在农业生产中的应用》，科学出版社，北京，1983。（Luckwill，L. C.，*Growth Regulators in Crop Production.* Edward Arnold，London，1981.）

（李丕明）

化学诱变育种（breeding by chemically-induced mutation） 利用化学诱变剂，诱发

植物遗传性状发生变异，从中选择对人类有用的个体，进而育成新品种或获得新种质的育种方法。

诱变剂的种类　化学诱变剂的种类繁多，诱变效果好的有10多种。按其化学结构分有烷化剂、核酸碱基类似物、叠氮化物、抗生素等。烷化剂中主要有甲基磺酸乙酯（EMS）、乙烯亚胺（EI）、亚硝基乙基脲烷（NEU）、亚硝基甲基脲烷（NMU）、硫酸二乙酯（DES）等；核酸碱基类似物有5-溴尿嘧啶（BU）、5-溴去氧尿核苷（BUDR）等；叠氮化物主要是叠氮化钠；抗生素有平阳雷素、重氮丝氨酸、丝裂霉素C等。常用的化学诱变剂的主要特性见表1。

表 1　几种常用的化学诱变剂

诱变剂	物理和化学特性				分子式	分子量
	性质	密度(g/ml)	水溶性	熔点或沸点		
甲基磺酸乙酯（EMS）	无色液体	$D_4^{25}=1.203$	约8%	沸点85～86℃/10毫米汞柱	$CH_3SO_2OC_2H_5$	124
乙烯亚胺（EI）	无色液体	$D_4^{20}=0.832$	全溶	沸点56℃/760毫米汞柱	CH_2-CH_2 经NH成环	43
亚硝基乙基脲烷（NEU）	黄色固体			熔点98～100℃	$C_2H_5-N(ON)-CONH_2$	117
硫酸二乙酯（DES）	无色液体	D=1.18	不溶	沸点208℃	$(C_2H_5)_2SO_4$	154
叠氮化钠（NaN_3）	白色固体	$D_4^{20}=1.846$	溶	熔点——分解Na+N 沸点——真空中分解	$N\equiv N$ >N−Na	65

诱变机理　关于化学诱变的作用机制目前仍不十分清楚。烷化剂的利用比较广泛，此类物质有一个或多个活跃的烷基，能够转移到电子密度较高的分子中，置换其他分子的氢原子，使碱基改变。造成DNA碱基缺失及修补。核酸碱基类似物中的碱基与DNA的碱基相类似，渗入DNA后，使DNA复制时发生配对上的错误。叠氮化钠是诱变率最高的一种诱变剂，对其作用机理尚不了解，当诱变溶液的pH值在3左右时，可能以HN_3通过碱基替代方式起诱变作用，因此诱发的突变点较多。抗生素具有破坏DNA和核酸的能力，造成染色体断裂，进而产生变异。这些遗传物质结构上的改变，导致功能的改变，从而使有机体发生遗传变异。

化学诱变处理通常在溶液中进行。处理种子前需有预浸过程，诱变作用发生在细胞所处的发育时期一般比辐射处理的晚；化学诱变剂有较明显的迟效作用和化学活性基团的再诱变作用、而且有较高的特异性。

处理方法　处理对象最多的是种子，其次是植株及其器官组织和离体培养物。处理种子时，先将种子在水中浸泡一定时间，或将干种子直接浸在一定浓度的诱变剂溶液中一定时间，经水洗后立即播种。或将种子重新干燥后贮藏，以待播种。处理植株时，简单的方法是在茎上切一浅口，用蘸有诱变剂的脱脂棉塞入植物体，也可用适量的诱变剂溶液注射或涂抹于需要处理的器官或组织上。花粉处理，可在密闭系统内将花粉铺成单层，用诱变剂蒸气熏蒸。有些禾谷类作物可在开花前剪下穗子，插入诱变剂溶液中，使其吸收一定量的诱变剂后，再用其授粉。处理培养物时，培养前用诱变剂处理，然后培养。也可在培养基中加入一定量的诱变剂进行培养。

常用诱变剂的浓度范围见表2，处理时间以使受处理的器官组织完成水合作用，达到诱变剂所需的水解半衰期（见表3）和能被诱变剂浸透为度。其剂量为诱变剂的浓度乘处理时间。

表 2　主要诱变剂浓度范围

诱变剂	浓度范围
甲基磺酸乙酯（EMS）	0.05～0.3M或0.3～1.5%
乙烯亚胺（EI）	0.085～9.0mM或0.05～0.15%
亚硝基乙基脲烷（NEU）	1.2～14.0mM或0.01～0.03%
硫酸二乙酯（DES）	0.015～0.02M或0.1～0.6%
叠氮化钠（NaN_3）	0.001～0.004M

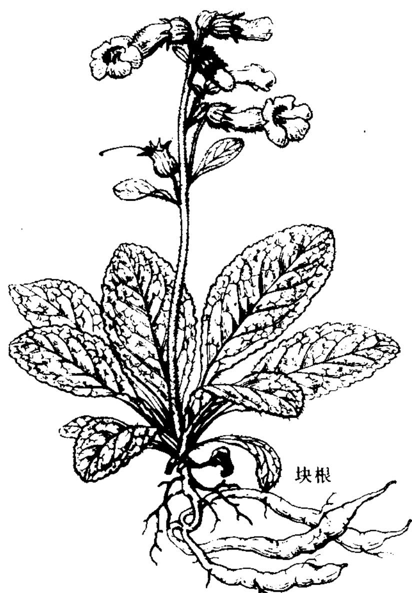
表 3　不同温度下EMS和DES的水解半衰期

温度（℃）	水解半衰期（小时）	
	EMS	DES
40	7.92	0.32
30	25.9	1.00
20	93.1	3.34
10	378	13.1
5	796	27.6
0	1 715	59.2

由于化学诱变剂大都是潜在的致癌物质，使用时必须有相应的防护条件和措施。　（王琳清）

怀庆地黄 (rehmannia)　玄参科地黄属中的栽培种，学名*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch.，多年生草本植物。块根供药用。在《图经本草》中就有栽培的记载。分布于中国、日本和朝鲜。中国主产河南省温县、孟县、武陟、博爱和沁阳，其他各地也有引种栽培。

株高20～40厘米。块根肥厚肉质，圆柱形或纺锤形，表面桔黄色。基生叶成丛，倒卵形或长椭圆形，边缘具不整齐钝齿，叶上面多皱，下面带紫色。总状花序，顶生，花略呈二唇形，紫红色。蒴果卵形。花期5月至6月，果期6月至7月。



怀庆地黄

喜温暖气候和充足阳光，宜疏松肥沃、排水良好的壤土和砂壤土；过粘、过砂的土壤生长不良；宜稍干燥，怕低洼积水和盐碱。忌连作，宜多年轮作。用块根或种子繁殖，生产上多采用块根繁殖。秋季或翌春前作收获后，施足基肥，翻耕整平，做成高垄或平畦。早地黄4月上旬栽植；晚地黄（麦茬地黄）5月至6月上中旬栽种。栽前块根截成5～6厘米的小段做种栽，每公顷需300～600千克。按行距30厘米开沟，每隔15～20厘米放种栽一段，覆土5厘米，稍加镇压，保持土壤湿润。气温在18～21℃时10～20天出苗；气温在11～13℃时需30～40天才能出苗，8℃以下不能发芽，且易腐烂。齐苗后至封垄前，适当追肥，及时除草，并随时摘除分蘖和花蕾。块根迅速膨大时注意浇水，积水时应及时排水。病虫害有斑枯病 *Septoria* sp.、轮纹病 *Phyllosticta* sp.、枯萎病 *Fusarium* sp.、花叶病、线虫病 *Heterodera* sp.；拟豹纹蛱蝶 *Melilaca didma* Esper.、红蜘蛛等。9旬月中至10月上旬收挖，每公顷产鲜地黄15吨左右，高产田可达45～55吨。块根除净泥土即为鲜地黄，将鲜地黄在炕上慢慢烘焙，至内部逐渐干燥而颜色变黑，全身柔软，外皮变硬时即为生地；将洗净的生地加黄酒50%，拌匀放于罐内或其他容器内封严，坐水锅内加热蒸至酒被吸尽，取出晒至外皮稍干即为熟地。

留种方法有：倒栽，于7月中下旬至8月上旬，刨出当年春种的块根，移到其他地块上重栽一次，于秋季生长，露天越冬，翌春随挖随栽；窖藏，在秋天刨收时，选无病无伤，形状好的块根，立即入窖越冬，此法多在较寒冷的产区采用；大田留种，秋天收获时不刨，留在地里越冬，翌年春随刨随挑随栽。但易发生品种退化。生产上采用倒栽、保纯去杂、选择优良品种，用优良品种的无病毒茎尖经组织培养扩大繁殖，可防止退化。

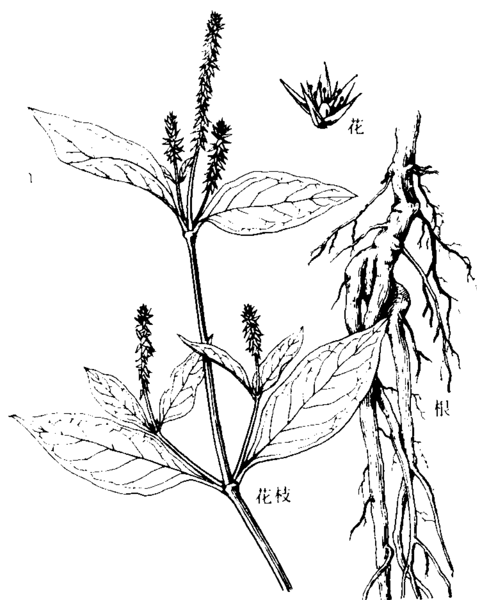
根含梓醇（Catalpol）、地黄素（Rehmannin）、维生素A样物质及多种糖类，如水苏糖（Stachyose）、D-葡萄糖、棉子糖、毛蕊草糖、D-甘露糖及豆甾醇、菜油甾醇（Campesterol）和磷酸等。药理实验：对机体有促进血液凝固、强心、扩张肾血管、泻下利尿及轻微降血糖作用。对须疮癣菌、石膏样小芽孢癣菌、羊毛状小芽孢癣菌等有抑制作用。鲜地黄味甘，性寒，具清热、生津和凉血功能，治热病烦渴、发斑、吐血和衄血等；生地黄味甘、苦，性寒，具润燥滋阴，止血凉血功能，治热盛烦躁、低热、吐血、衄血、消渴；熟地黄味甘，性微温，具滋阴补肾和补血的功用，用于治疗肾虚、头晕耳鸣、消渴、遗精、血虚和经闭等症。

（王丽华）

怀牛膝 (twotooth achyranthes)　苋科牛膝属中的栽培种，学名 *Achyranthes bidentata* Bl. 多年生草本植物。又名牛膝。其茎有节，似牛膝，故以为名。又因主产河南省怀庆，故名怀牛膝。根供药用。分布于中国各地。河南省武陟、温县、沁阳、辉县、博爱等县产量多，品质佳；河北、山东、江苏、浙江、安徽、江西等省均有栽培。

株高30～100厘米。根粗壮，圆柱形，长可达100厘米左右，黄白色，肉质。茎直立，四棱形，分枝，节膨大；疏被柔毛。单叶对生，有柄，叶片膜质，椭圆形或椭圆状披针形，全缘，两面被柔毛。穗状花序，顶生或腋生，花黄绿色。胞果矩圆形。花期8月至9月，果期9月至11月。

喜温和湿润气候，遇较低温度，生长缓慢，成年植株能耐－15℃低温，如低于－17℃大多数受冻死亡。种子在20～23℃时土壤湿度适宜，播后4～5天出苗。种子发芽率与生长年限有关。一年生植株结的种子，发芽率仅10～20%；二年生植株所结的种子，发芽率可达70～80%，可供繁殖用。怀牛膝为深根植物，宜在



怀牛膝

土层深厚、肥沃疏松、排水良好的砂质壤土上栽培；在重粘土及盐碱土上栽培，生长不良，根细短，多分叉，品质低劣；地下水位高、易涝的地方不宜栽培。

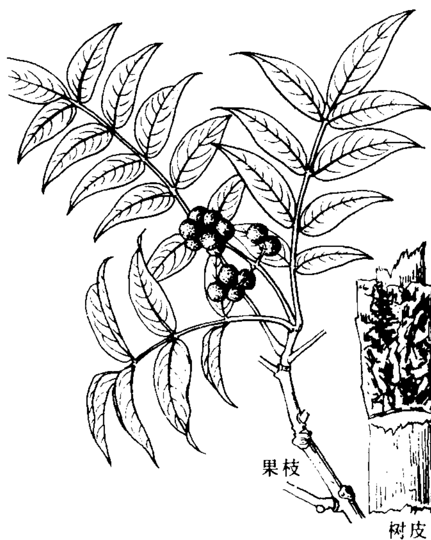
种子繁殖。6月下旬至7月上旬播种为宜；过早，植株生长快，早开花结实，根短多分叉，易木质化，品质差；过迟，植株生长矮小，发育不良，根细小，产量低。播种前宜深耕土地，施足基肥。将种子用20℃温水浸泡12小时，捞出晾干后采用撒播或条播，一般采用撒播，匀播后轻耧表土，盖没种子，每公顷播种量7.5～15千克。苗高达3～4厘米时进行第一次间苗，苗高5～6厘米时进行第二次间苗，苗高达15～16厘米时定苗，行株距20～25厘米；条播行距45厘米，开沟匀播，薄覆细土，每公顷播种量7.5千克，播后5～7天出苗，苗高5～6厘米时间苗，高达15厘米时定苗，株距15～20厘米。苗期要勤除草、浅中耕，株高50厘米左右时，及时打顶或摘除顶端花序，防止开花，促使根部生长。8月上旬以后，灌水量宜大，促进主根发育粗大。雨水过多时，注意排水防涝。病虫害主要有叶斑病 *Cercospora achyranthis*、根腐病 *Fusarium* sp.；银纹夜蛾 *Plusia agnata*、红蜘蛛等。

10月下旬至12月上旬或翌春解冻后采挖。春挖宜早，以免品质变劣。采收时，先除去地上部，顺序深挖，减少断根。挖出后，抖净泥沙，除去侧根、细根。日晒至半干时，将根条理直，扎成小把，再晒干。如作留种母株，在采收时应根据品种特性，选择枝密叶圆、主根长直、分叉少、色黄白、粗细均匀的植株，剪去种根下部，只留30厘米长，重新埋入地里，翌年4月上旬移栽留种地，加强田间管理，待果实成熟后，采收果枝，晒干脱粒，贮藏留作种用。

根含三萜皂甙、羟基促脱皮甾酮(Ecdysterone)、牛膝甾酮(Inokosterone)、钾盐及粘液质(Mucilage)等。药理实验，醇浸剂对关节炎有较明显的抑制作用。流浸膏有兴奋子宫、短暂的降压、利尿作用，并能抑制心脏和肠管的收缩。味苦、酸，性平。生用有散淤血，消痈肿的功能。主治尿血、经闭、产后淤血腹痛、痈肿、跌打损伤等症。熟用有补肝肾，强筋骨的功能。主治腰膝酸痛，四肢痿弱等症。　（孙鹤年）

黄柏（amur corktree）　芸香科黄柏属中的栽培种，学名 *Phellodendron amurense* Rupr.。落叶乔木。古名黄檗。别名檗木。树皮入药。分布于中国东北和华北地区，朝鲜、苏联和日本也有。中国主产辽宁、吉林和河北省，通称关黄柏。同属植物黄皮树 *P. chinense* Schneid.，分布于四川、云南、陕西、贵州和湖北省，通称川黄柏，树皮同供药用。

黄柏株高10～15米。树皮带有甚厚的木栓层，内层鲜黄色。叶对生，奇数羽状复叶，小叶卵状披针形，5～13片。花期5月至7月，果期6月至10月。黄皮树树皮较薄，小叶片长圆状披针形至长圆状卵形，7～15片。



黄柏

适应性强。喜肥沃、潮湿，但怕涝。能耐寒，野生多在避风山间谷地，混生在阔叶林中。栽种多在房前屋后，或间种于落叶或阔叶林内。用种子育苗移栽。秋季果实紫黑色时采收，堆放10天左右，冲洗出种子备用。南方一般在3月中下旬播种，北方较迟。整地作畦，畦宽130～170厘米，施厩肥作基肥，按行距30厘米开深3厘米浅沟，施人畜粪水。种子用30～40℃

温水浸泡一日，播入沟中，每公顷播种量30～45千克。播后盖熏土或细土1厘米左右，再盖稻草，经常保持湿润，半个月出苗，揭去稻草。苗高6厘米时间苗，每隔3厘米留苗1株。苗高15厘米时定苗，株距10厘米。每次匀苗后要进行中耕、除草、施肥。苗高60～100厘米时移栽，冬季落叶后至第二年春季萌发前进行，行株距约3米左右。定植后2～3年内每年夏秋季各中耕除草一次，或成林以前间作玉米或其他作物。主要病虫害有锈病 *Coleosporium phellodendri*、桔黑黄凤蝶 *Papilio xuthus*、小地老虎 *Agrotis ypsilon* 和黄地老虎 *A. segetum* 蚜虫、蛞蝓等。定植后10～15年（川黄柏在5月至6月，关黄柏在7月）植株水分充足、有粘液、容易将皮剥离时，砍倒树木，按长0.7米左右，依次剥下树皮、枝皮及根皮。20世纪80年代采用活树环状剥皮，已取得成功。将采下的树皮刮去粗皮晒至半干，重叠成堆，压平再晒干。

树皮含生物碱，有小檗碱、巴马亭、药根碱、黄柏碱、巨花精、坎底辛等。还含黄酮类化合物，有黄酮金丝桃灵、黄柏兹德、二氢黄柏兹德。另含豆甾醇、β-谷甾醇、菜油甾醇等。味苦，性寒。有清热燥湿、泻火除蒸，解毒等功效。用于湿热泻痢、黄疸、带下、热淋、骨蒸劳热、盗汗遗精、疮疡肿毒和湿疹等症。

（谭炳杰）

黄檗 见黄柏。

黄豆 见大豆。

黄花苜蓿 (yellow flower alfalfa) 豆科苜蓿属中的一个种，学名 *Medicago falcata* L. 多年生草本植物。又名野苜蓿。原产苏联西伯利亚，阿富汗和欧洲各国以及中国北部，均有野生分布。美国阿拉斯加，中国东北和华北曾有少量种植，可作放牧或割制干草用。

根系发达，但主根弱而多侧根。有些植株具有根蘖芽，茎较细而内实，分枝多。高30～60厘米，匍匐或半匍匐，稍有毛；叶为三出复叶，倒披针形；短总状花簇生，着生于叶腋抽出的花梗上，每花序有小花12～20朵，花冠黄色或金黄色；荚为镰形或矩形，光滑，有种子4～8粒，种子小，成肾形，色黄或褐，千粒重0.9～1.6克，成熟时易裂荚和落粒（见图）。

植株抗寒、抗旱性很强，病虫害少且耐盐碱。宜于春播，发芽及生育良好，但再生性差，年割1～2次，产草量较低。花期干物质养分为粗蛋白8.65%，粗纤维36.83%，粗脂肪2.78%，无氮浸出物28.96%，灰分22.78%，钙3.77%，磷1.05%。为抗逆性育种与紫花苜蓿杂交的理想亲本材料。



黄花苜蓿

（洪绂曾）

黄花烟 (rustica tobacco) 烟草类型之一。是普通烟草种以外的另一有栽培价值的烟草种，学名 *Nicotianal rustica* L.。作卷烟、斗烟、水烟的原料。原产于南美洲秘鲁和厄瓜多尔境内的安第斯山脉一带，墨西哥北部及西印度群岛的印第安人早就利用黄花烟作嚼烟。1492年哥伦布发现新大陆后，传入欧洲，后经西伯利亚等地传入中国。主产国苏联、印度等。

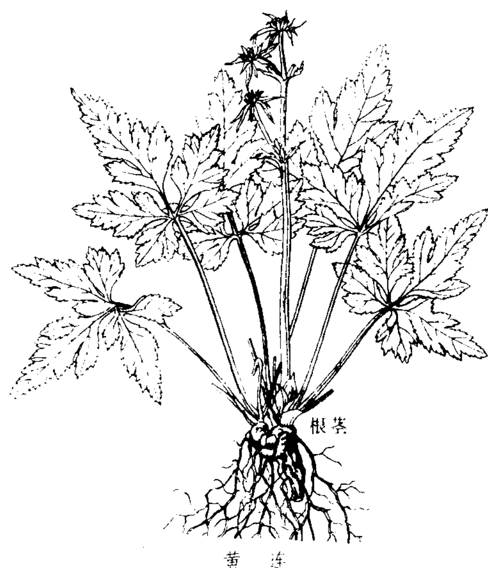
黄花烟为一年生草本植物。茎高80～90厘米，腋芽萌发力强，多形成分枝；叶10～15片，叶片心形，尖端钝、较厚、具叶柄，墨绿色有油光，长达30厘米左右。顶生总状花序，花色淡黄或淡绿，花冠管宽圆柱形，长约2.5厘米，裂片卵形，蒴果，卵形或近球形。一般叶含尼古丁4%以上，是烟草类型中含量最高者。

对生态环境的适应力强，能在高海拔、冷凉地域生长，也能耐干旱。中国新疆、甘肃和东北较多，其中以兰州水烟、新疆吉木萨尔和伊犁的马合烟和关东蛤蟆烟为有名。西南、西北高原地带亦有零星种植。多数黄花烟产区采用苗床育苗移栽，也有大田直播的。一般大田行距60多厘米，株距30～40厘米，每公顷4万株以上，需要氮素肥料较多，单株留叶10片左右。收获方法多连茎带叶拔起，也有分次采叶的。兰州一带黄花烟按收获、调制方法不同分为绿烟和黄烟，分别制成青条烟和绵烟，多用作水烟吸用。新疆的吉木萨尔黄花烟又独具特点，将烟茎制成小颗粒，配合部分叶片，加料炒焙成为马合烟制品，作斗烟或

纸卷烟使用。（戴　晃）

黄连 (Chinese goldthread)　毛茛科黄连属中的一个种，学名 *Coptis chinensis* Franch.。多年生常绿草本植物。根茎连珠而色黄，故名黄连。别名味连、川连、鸡爪连。以根茎入药，为中国特产。主产中国四川省东部、湖北省西部、云南省北部及陕西省秦岭以南的高山地区。同属植物三角叶黄连 *C. deltoidea* C. Y. Cheng et Hsiao 同作药用，别名雅连，主产四川西南部的峨嵋、洪雅一带。

黄连株高约30厘米。根茎向上分枝，须根密生其上。三出羽状复叶，丛生，深绿色。两性花，圆锥形聚伞花序，线形花萼5～6枚，花瓣9～12枚，黄色，骨葖果，成熟时顶端孔裂。花期2月至3月，果期3月至5月。三角叶黄连的区别在于根茎不分枝或少分枝。叶片较短，略呈三角形。



黄　连

喜凉爽湿润，耐寒，霜雪下叶片常绿，忌强光直射和高温干旱，需遮荫栽培。喜肥，适宜栽培在富含腐殖质、肥沃、疏松的砂壤土中。用种子繁殖，5月上旬采收种子后，在室外用湿沙层积贮藏。11月整地播种，每公顷播种子22.5～37.5千克，搭80厘米高的荫棚，荫蔽度保持在80%左右，播后盖一薄层畜粪，翌年3月出苗后除草、追肥，第3年春苗可出圃。移栽地应先搭荫棚，棚高1.5米，荫蔽度应保持在70%左右。作宽1.5米的高畦，沟宽约20厘米，深10厘米，畦面呈龟背形。均匀施入基肥，浅翻后再覆盖熏土3～6厘米，即可栽种。栽连期分为春秋两季，一般春栽成活率高，苗生长健壮。行株距10×10厘米，栽深3～5厘米，每公顷栽植82.5万～90万株。栽后撒一薄层用人粪尿拌的熏土。每年冬春追肥，前期应多施氮肥，后期以磷钾肥为主。根据根茎向上生长的特性，生长期间要进行培土。在追冬肥后进行，先薄后厚，逐年增加。因生长缓慢，栽后前两年，每年除草4～5次，后几年叶已封垄，除草次数可减少。随着苗龄增长，要逐年减少荫蔽度，增加光照；搭棚栽连的在收获年应揭棚敞阳，俗称"亮棚"。人工林间栽连的，从第3年开始应修剪过密树枝进行敞阳。玉米套种黄连，应调节玉米株距以抑制黄连地上部生长，有利根茎积累干物质。主要病虫害有白粉病 *Erysiphe* sp.；列当 *Orobanche* sp.、蛴螬等。移栽5～6年后即可收获。

三角叶黄连用侧枝扦插繁殖。5月至6月砍山整地，按畦宽130厘米，沟宽15～20厘米作畦，不挖畦面，只挖畦沟。在畦面搭活动矮棚，棚高1米左右。9月至10月上旬从母株上分出侧枝为"秧子"，以行株距10×10厘米，深13～15厘米进行扦插。为了防止风雪吹垮荫棚，冬季要将荫棚卸下，有次序地摆在畦面，翌春复原。冬、春季各培土一次，将沟间预先挖松的土壤培在畦面。栽后4～5年可收获。

黄连和三角叶黄连收获时，挖出根茎，剪去须根，晒干或炕干，撞去毛须泥土，即可入药。

根茎含小檗碱(Berberine)，其他尚含黄连碱(Coptisine)、甲基黄连碱(Worenine)、巴马亭(Palmatine)、药根碱(Jatrorrhizine)、木兰花碱(Magnoflorine)等生物碱。药理实验：有抗菌、抗病毒、抗原虫、利胆、镇静等作用，对痢疾杆菌、霍乱病菌、伤寒、结核、百日咳杆菌等均有明显的抑制作用。味苦、性寒。有泻火、燥湿、清热、解毒等功能。用于腹痛泻痢、目赤肿痛、口舌生疮、心烦失眠等症。叶、根晒干可作兽药。（徐锦堂）

黄麻 (jute)　椴树科黄麻属 *Corchorus*. L. 韧皮纤维作物，一年生草本。又名络麻、绿麻。黄麻属约有40个种，具有培栽价值的两个种是圆果黄麻 *Corchorus capsularis* L. 和长果黄麻 *C. olitorius* L.。黄麻纤维具有吸湿性能好、散失水分快等特点，主要用于纺织麻袋、粗麻布。在包装、贮存、运输工农业产品过程中，能保持干燥，不易回潮。此外，还可以制绳索、地毯等。纤维经变性处理后，能与羊毛、棉纤维混纺。麻秆可作活性炭、纤维板、纸浆等。长果种黄麻的叶子，可作蔬菜食用。

起源　黄麻起源的说法不一，多数学者认为长果黄麻第一起源中心是非洲；第二起源中心是中国南部、缅甸和孟加拉国一带。第二起源中心也是圆果黄麻的原产地。在中国南部和西南一带，发现有处于野生的圆果黄麻和长果黄麻。此外，在中国南部还发现有假黄麻（甜麻）*Corchorus acutangularis* L.

中国栽培黄麻的历史悠久。早在北宋的《图经本草》（公元1061年）中就已有关于黄麻形态特征的描述。

明代《便民图纂》(公元1502年以前)中已有关于黄麻栽培技术的记载:"种络麻，地宜肥湿。早者四月种，迟者六月种亦可。"

形态特征　黄麻的根是直根系，有主根和侧根，主根长达1米左右，侧根长约0.5米，多分布在30厘米的土层中。圆果种，主根较短，侧根较多，分布在表土层中；长果种主根较长，侧根较少，分布在较深土层处。

茎直立，圆柱形，高2～5米，基部直径1～3厘米，带有深浅不同的绿、红、紫等颜色。圆果种的茎上下粗细差异明显；长果种的茎上下粗细较一致。茎的表面光滑或稍粗糙，节数和节间长度，因品种及栽培条件而异，一般为40～70节，多至100余节。长果种茎节上有腋芽；圆果种有的有腋芽，有的无腋芽。腋芽充分发育就成为分枝。在密植条件下，分枝不发达。茎的横切面，从外到内依次为表层、皮层、初生韧皮部、次生韧皮部、形成层、次生木质部、初生木质部和髓部。初生韧皮部和次生韧皮部分别含有初生韧皮纤维和次生韧皮纤维。黄麻纤维主要是次生韧皮纤维(见图1)。

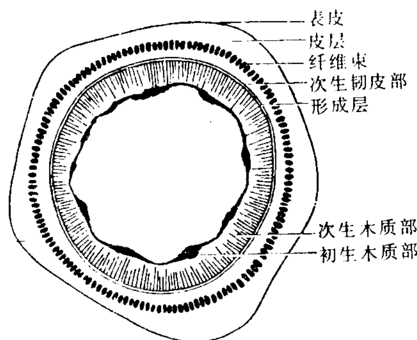


图1　圆果黄麻茎节部横切面构造

叶为完全叶，互生，螺旋形排列。子叶两片，圆形。真叶披针形或卵圆形，叶端尖、边缘有锯齿，叶片基部两侧各有一个须状物，称为叶须。在叶柄基部两侧各有一片尖形狭长的小托叶，绿色或红色，脱落早。长果种的叶片无苦味，圆果种的叶片多数品种有苦味，少数无苦味。长果种叶片的角质层较厚，可以减少蒸腾作用，提高抗旱能力。

花为聚伞花序，丛生。每簇花的数目，长果种一般2～3朵，圆果种一般2～6朵。花小，黄色。长果种的花比圆果种的大些。花萼、花冠一般都是5片，但在长果种中有6～8片的。雄蕊黄色，数目多，圆果种24～27枚，长果种26～60个。雌蕊一个，柱头短，5裂。圆果种的子房、蒴果为球形；长果种的子房、蒴果圆柱形。圆果种每果有种子30～50粒，成熟后呈褐色，种子较大，千粒重3克左右；长果种每果有种子100～200粒，呈墨绿色或灰黑色，种子较小，千粒重2克左右。

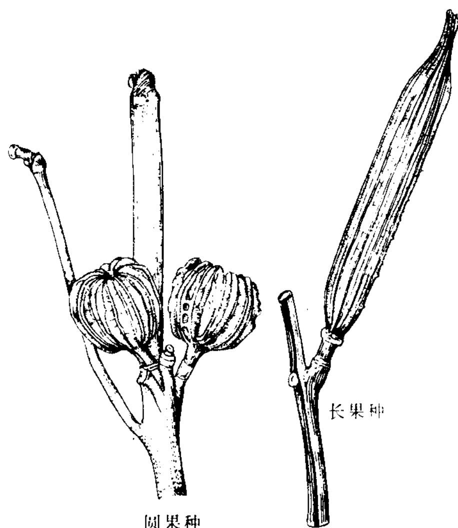


图2　黄麻果实形态

生物学特性　黄麻适于高温和多雨气候。发芽适宜温度25～28℃。土壤水分和温度适宜，播种后1～6天即可出苗。黄麻为短日性植物，长果种对光照反应较圆果种敏感，播种过早易引起早花。黄麻在苗期既怕涝又怕旱，中后期需要较多水分，抗涝、耐淹能力较强。黄麻适于土层深厚、肥力高、排水良好的沙壤土。黄麻的一生可分为苗期、旺长期、现蕾开花期和结果期。开花后15～20天为收获适期。从出苗到收获纤维，一般为90～150天。苗期地下部生长比地上部生长快。旺长期地上部生长迅速，每昼夜生长速度可达5～10厘米，要求水肥充足。现蕾后8～17天开花。单株开花时间可延续1～2个月。开花顺序自下而上由内到外，每天上午8～11时开花最多，长果种较圆果种开花早。圆果种天然异交率在5%以下，为自花授粉作物；长果种为8～17%，属常异花授粉作物，受精后约经60天种子成熟。

分布与生产　黄麻分布广。世界黄麻的主产国是印度、孟加拉和中国。巴西、古巴、秘鲁、墨西哥、尼泊尔、缅甸、泰国、柬埔寨、越南、印度尼西亚等国均有栽培。印度黄麻主产区为西孟加拉(West Bengal)、阿萨姆(Assam)、比哈尔(Bihar)三个邦。孟加拉黄麻主产区为买门辛(Mymensingh)、达卡(Dacca)、兰格普尔(Rangpur)等。

中国黄麻的主要产区在长江以南，以浙江、广东、台湾三省栽培面积较大。福建、江西、安徽、江苏、湖南、湖北、四川、广西等省(自治区)都有栽培。浙江省的萧山、余杭、上虞、海宁县和杭州郊区，广东省的珠江三角洲和湛江、潮汕地区，台湾省的台南、台中、嘉义、高雄等市县，福建省的莆田、南安、漳州等市县，湖南省的南县都是有名的黄麻产区。

黄麻及其制品主要出口国家为孟加拉和印度。主

要进口国家为英国、比利时、德国、法国、美国、日本等。 （卢浩然）

黄麻病害 (jute diseases) 由真菌、线虫、细菌、病毒的侵染，造成对黄麻的为害，也有由菟丝子诱致的病害或由不利环境条件造成的生理性病害。已发现的黄麻病害有20多种。

立枯病 *Thanatephorus cucumeris*, 无性阶段 *Rhizoctonia solani*，是黄麻苗期普遍发生且严重的一种病害，造成大量死苗；在中后期也能引起茎基部和根系不同程度的腐烂，尤其在连续阴雨时为害更甚。苗枯病 *Alternaria* sp.，在中国麻区普遍发生，可诱致麻苗根腐与叶枯，其为害程度一般没有立枯病严重，但在春寒多雨年份也会造成大量死苗。炭疽病 *Colletotrichum corchorum* 和黑点炭疽病 *C. gloeosporioidts*，前者发生于圆果种黄麻，后者主要发生于长果种黄麻。在整个生育期间都能为害，当外界条件有利发病时，往往流行成灾。枯腐病 *Macrophomina phaseolina* 又称茎点枯病，在中国、日本、印度、巴基斯坦和孟加拉等国分布较普遍，常使麻苗成片死亡或成株茎秆及根部腐烂枯死。黑枯病 *Diplodia corchori* 又名茎腐病，在中国、印度和孟加拉等国局部麻区零星发生，被害麻茎产生的黑褐色病斑并环绕茎部，使全株迅速枯死。枯萎病 *Fusarium semitectum*，在中国浙江省俗称"青枯病"，为害长果种黄麻。苗期就可感染，出现叶片褪绿、萎垂症状，终致枯死。叶枯病 *Helminthosporium corchorum*，主要发生于圆果种黄麻，被害严重的叶片多干枯早落，且在脱落时常搭附茎上引起茎斑，俗称"搭叶烂"。茎斑病 *Cercospora corchori* 是长果种黄麻普遍发生的一种病害，自苗期至收获期地上部分都可受害，对纤维产量和品质影响颇大。根结线虫病 *Meloidogyne* sp. 是老麻地常见的一种病害，被感染的麻根产生许多大小不等的瘤状物，使根的吸收功能受阻，引起叶黄、株矮、生育不良，而且还易遭受土壤某些菌类的侵染引起根腐，加速麻株死亡。病原线虫有南方根结线虫 *M. incognita*、爪哇根结线虫 *M. javanica* 和北方根结线虫 *M. hapla*。细菌性斑点病 *Xanthomonas nakatae*，是圆果种黄麻上常见的一种病害，主要为害叶部，严重时引起大量脱叶。金边叶病（生理性缺钾症），一般在生长中期开始发病，叶缘变黄，主脉两侧呈现黄斑，严重时引起大量叶片变黄早落。

此外，还有茎腐病 *Corynespora cassiicola*、叶斑病 *Myrothecium roridium*、灰星病 *Tubercularia abutilonis*、白粉病 *Sphaerotheca tuliginea*、白绢病 *Pellicularia rolfsii*、胴枯病 *Ascochyta corchori*、斑点病 *Phyllosticta corchori*、根腐病 *Papulospora* sp.、茎瘤病 *Physoderma corchori*、萎蔫病 *Fusarium solani* 和青枯病 *Pseudomonas solanacearum* 等。

黄麻病害的初次侵染来源主要是带病（菌）种子及残留土中的病组织，而带病（菌）种子又是远距离传播病害的主要根源，有些病原物如立枯病菌、枯腐病菌、根结线虫等，寄主范围都很广，麻地周围的感病植物都可成为初次侵染源。病害的重复侵染主要有两种途径，一种是气传为主的，如炭疽病、苗枯病、叶枯病和茎斑病等；一种是土传为主的，如立枯病、枯腐病、根结线虫病等。此外，枯萎病的初次侵染来源为带菌种子和病土，黄花叶病为带病毒的粉虱。

选育抗病高产品种和选留无病饱满种子是防治黄麻病害的根本措施。种子应进行消毒处理，苗期辅以药液喷浇（淋洒），积极推行水旱轮作，深耕改土，多施有机质肥，适时、适量施用氮肥并配施磷钾肥，可减轻发病。 （戎文治 吴家琴）

黄麻虫害 (insect pests of jute) 黄麻在生长过程中受昆虫、螨类和软体动物的为害。黄麻的主要害虫有：

黄麻桥夜蛾 *Anomis subulifera*，俗称造桥虫、拱拱虫等。是分布广泛、为害严重的一种间歇性害虫。幼虫食害麻叶、花蕊及嫩果，严重影响黄麻生长及麻种选留。在中国浙江一年发生4～5代。天敌有澳洲赤眼蜂 *Trichogramma australicum*、核多面病毒（NPV）等。

小地老虎和斜纹夜蛾 *Prodemia litura* 两种，在中国各麻区均有分布。前者俗称土蚕、地蚕、切根虫。幼虫咬断麻苗嫩茎，造成缺苗断垄。后者俗称斜纹盗虫，幼虫为害麻叶。用糖醋液诱杀成虫，出苗前于傍晚撒毒饵诱杀。

玉米螟，俗称蛀秆虫，为害长果种黄麻，在中国麻区普遍发生。幼虫从茎的上部蛀入，蛀孔外常堆有污黄色虫粪，被害麻梢常凋萎枯死。中国长江流域麻区一年3～4代，以末龄幼虫在玉米秆和高粱秆中越冬，也可在苍耳以及某些粗茎杂草上越冬。烧毁秸秆，可消灭越冬幼虫。

茶小卷叶蛾 *Adoxophyes orana*，别名棉褐带卷蛾，俗称搭叶虫，在中国长江流域麻区普遍发生。幼虫先在麻苗生长点及嫩叶上取食为害，稍大后吐丝搭叶或折叶取食叶肉组织，有时也咬食嫩头及生长点，造成断头。在中国浙江一年发生6代，茶小卷叶蛾的发生与气候有关，在旬平均温度18～26℃，相对湿度80%以上时大量发生。喷药和灯光诱蛾对上述害虫均有效。

绿盲蝽 *Lygus lucorum*，俗称打洞虫。长果种黄麻受害较重。以成虫、若虫潜伏在麻株顶叶、腋芽等幼嫩部分为害。被害叶片形成许多孔洞、畸形、下垂。发生代数因地而异，世代重叠，中国浙江一年发生5代，湖北5～6代。天敌有小花蝽 *Orius minutus*、龟纹瓢

虫 *Propylaea japonica* 等。防治绿盲蝽的重点是第二代，喷甲胺磷、乐果、敌百虫液剂均有效。

黄麻梨象 *Apion corchori* 是印度、巴基斯坦和孟加拉国的主要害虫。在黄麻整个生育期都可为害，被害麻梢枯萎死亡。由于该虫在茎内可完成其生活循环，难于防治。

双色脊筒天牛 *Nupserha bicolor*，为害长果种黄麻，雌虫绕茎环切两环，环间距离约 3 厘米，致使被害处上部枯死。

人纹灯蛾 *Diacrisia obliqua* 为害麻叶，是印度和孟加拉国的黄麻主要害虫。

为害黄麻的螨类有红叶螨 *Tetranychus cinnabarinus*、棉叶螨 *T. bimaculatus* 和茶半跗线螨 *Hemitarsonemus latus*，前二者俗称红蜘蛛，后者别名黄蜘蛛。只为害麻叶，严重时，叶缘向内卷曲并枯黄脱落。防治螨类用石灰硫磺合剂、保棉丰等药剂。

为害黄麻的软体动物有灰蜗牛和野蛞蝓，食叶片或咬断麻苗。严重时，可造成大面积缺苗断垄，砒酸钙毒饵诱杀对灰蜗牛和野蛞蝓均有效。

（吴家琴）

黄麻繁殖 (jute seed production)　根据黄麻繁殖系数高的特点，可采取多种方法繁殖黄麻优良品种的种子，以满足生产需要。主要方法有直接留种、套种留种和插梢留种三种。

直接留种就是直接在留种田繁殖种子，根据播种期的不同，可分为适期播留种和迟播留种（夏播留种）。适期播留种的优点是，品种的特征特性能充分表现，便于去杂，去劣，种子质量较好；缺点是留种麻田影响下季作物，土地利用率低。此外，还易受台风为害，种子产量不稳定。为解决这个矛盾，可推广迟播留种。即在早稻、大豆、花生收获后，于 6 月下旬至 7 月上旬播种。

套种留种，即与水稻、花生、甘薯等作物套种。

黄麻直接留种和套种留种繁殖的技术关键是：轮作换茬，密度略稀于采麻栽培的生产田，增施有机肥和磷钾肥，去杂、去劣，品种间注意隔离（长果黄麻9米距离以上），适时收种。长果种有60%左右蒴果变褐色，种子呈墨绿色；圆果种80%蒴果变褐色，种子呈棕色，即可收种。也可割下果枝，在通风处后熟7～10天后脱粒。迟播留种田的前作物宜选择早熟优良品种，以保证黄麻及时播种。在中国南部迟播黄麻生长期间正值7、8、9月份高温季节，迟播麻生长迅速，要施足基肥，早施重肥，遇干旱要及时灌水。稻麻套种留种的栽培技术同稻底麻。

插梢留种有直接插梢和假植后移栽。前者是直接插在留种田里，成活率较高；后者是先将麻梢插在水稻田四周或行间，经15～20天长出新根后移栽。在适宜直播的麻田植株现蕾时，选择优良植株割梢。无腋芽品种只能利用麻茎顶端20厘米左右的一段麻梢；有腋芽品种可劈下梢部50～60厘米，再切成二三段，去掉部分叶片后插梢，深度为3～5厘米，每亩插植3 000～3 500 株。插梢田应选择土质疏松、灌排方便的沙壤土，要注意灌水，以提高成活率。由于生长时间短，梢苗成活后应及时追施一二次肥料，开花时再施肥一次，促进早分枝、多结果，提高种子产量。

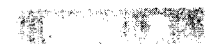
（郑云雨）

黄麻纤维 (jute fiber)　以黄麻次生韧皮纤维为主的束纤维。圆果种的纤维为乳白色，长果种的为金黄色。黄麻纤维具有吸湿性强、散水快、耐摩擦等优点，是纺织麻布、麻袋，以及织制地毯、帆布等的原料。还可以与粘胶短纤维混纺花式纱，织制装饰织物等。

纤维发育　黄麻纤维分初生韧皮纤维和次生韧皮纤维。初生纤维由初生分生组织分化而成，次生纤维由形成层分化产生。麻苗3～4片真叶时，开始出现初生纤维，7～9片真叶时，出现第一层次生纤维，以后随着麻株生长发育不断产生次生纤维层。纤维细胞的发育可分为两个阶段：第一阶段是纤维细胞的伸长，第二阶段是胞壁增厚，这是由于纤维素、半纤维素和木质素等物质在初生壁内逐渐沉积加厚而形成次生胞壁。一般出苗后75～100天是纤维层、纤维束、纤维细胞增加最快的时期。

工艺成熟的黄麻茎横切面的纤维组织结构，可分为群、层、束、纤维细胞。由薄壁细胞径向分隔成许多纤维群，每群中由2～5层薄壁细胞分隔为若干纤维层。每层由1～2列薄壁细胞分隔为若干纤维束，每束由若干纤维细胞聚集而成。从基部到梢部不同高度的纤维群的形状有所不同，有三角形、梯形、正方形和长方形等，纤维群数及群的大小也不同。茎基部的纤维层数一般为12～16层，在每一层中，纤维束的形状、束幅大小不一，数量差异也大。每束中的纤维细胞数多少也不等，多者可达50多个，少者仅有3～5个，一般为12～14个。初生纤维每束所含纤维细胞数较次生纤维束多。纤维细胞角隅明显，呈五角或六角形。纤维群数、层数愈多，纤维束及纤维细胞数相应也多，则出麻率高。纤维细胞是构成纤维产量的基础（见图 1）。

麻茎纵切面的纤维细胞呈长筒形，两顶端呈钝角形，外表光滑，无捻曲，有光泽。初生纤维细胞较长，一般为3.1～3.5毫米，次生纤维只有1.3～1.5毫米，长节间的纤维细胞较短节间的长，其长度可达4.0～6.0毫米。纤维细胞的两端、上下插入其相邻的纤维间隙中，相互连结，并继续伸长。与此同时，同一层中的纤维束随着向左右弯曲伸长并分枝，致使群内和群间的纤维束相互交织成纤维网层。薄壁细胞，则穿插于



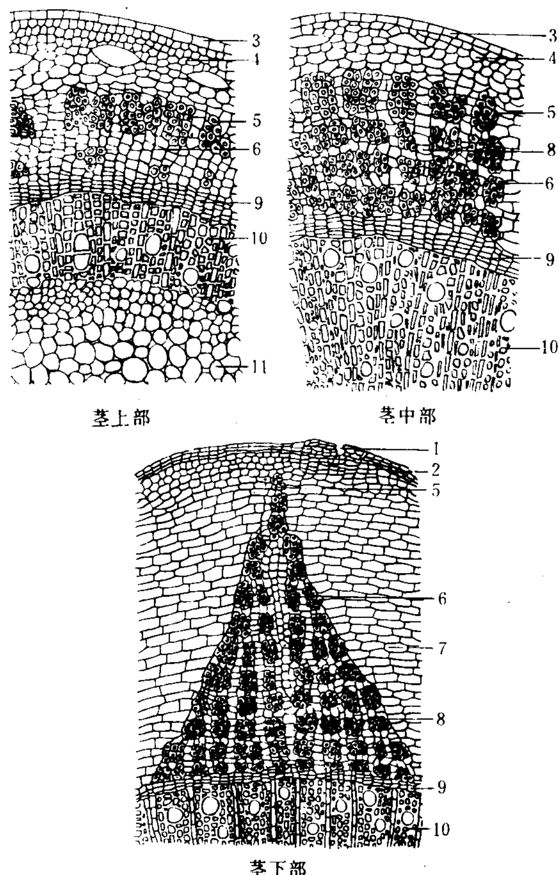


图1 黄麻韧皮纤维的结构

1. 皮孔；2. 周皮；3. 表皮；4. 厚角组织；5. 初生韧皮纤维细胞；6. 次生韧皮纤维细胞；7. 髓射线；8. 韧皮射线；9. 形成层；10. 木质部；11. 髓部

网层，成为卵形网眼（见图2）。纤维细胞也是纤维品质的基础。纤维细胞愈长，直径愈小，细胞壁愈厚，则纤维强力愈大，细度、柔软度也愈高。

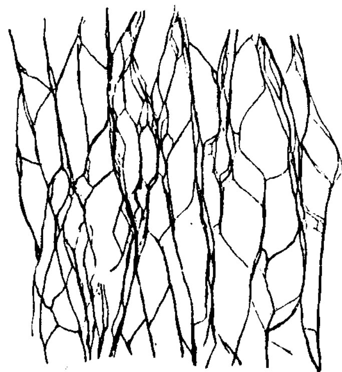


图2 黄麻纤维网状纵向结构

理化性质　黄麻纤维强力30～40千克/克，圆果种的纤维强力略高于长果种。中国对98个圆果种品种的研究表明，纤维细度为250～500支，多数是350～400支，柔软度在15/100毫米左右，纤维支数越高，扭力、可捻度越大，纺织品的质量也越好。黄麻纤维主要化学成分见表。

黄麻纤维主要化学成分（%）

名　称	纤维素	半纤维素
圆果种	57.20～59.77	14.08～16.85
长果种	59.29～60.60	14.31～14.37

名　称	木质素	果胶	蜡质
圆果种	9.93～10.37	0.34～0.65	0.34～0.65
长果种	11.94～13.05	0.51～0.59	0.20～0.35

半纤维素的含量低则纤维品质好。含木质素较多，纤维粗脆，柔软度、弹性及伸长度均差。果胶是把单纤维细胞连结成为具有纺织性能的纤维束的不可缺少的胶体物质，如沤洗过度，纤维细胞束解体为单纤维细胞，使纤维失去纺织性能。脂肪和蜡质含量过高，会降低纤维间摩擦力和抱合力以及麻纱的强力。　（罗国兴）

黄麻栽培 (jute culture)　根据黄麻的生物特性，在选择优良品种的基础上，采取适宜的农业措施，以获得高产优质黄麻纤维。

整地播种　种植黄麻宜选择有机质丰富、土层较深厚、排灌良好的土壤。合理轮作，尤其是水旱轮作，是减少病虫和杂草为害的有效措施之一。黄麻种子细小，整地要"深、细、平、实"，以保证全苗，结合整地作畦，同时施足基肥。畦的形式、大小可因地制宜，土质粘重，地下水位高的畦幅宜窄，畦沟宜深；土质疏松，地下水位低，排水良好的畦幅可适当加宽。一般畦宽1.5～2.5米。

黄麻对低温、短日照反应敏感，要适时播种，一般地表以下5厘米处土温稳定在18℃以上，日照不短于12.5小时，即可播种。种植过早，温度低，日照短，易出现早花，长果种反应更为敏感，而且出苗、保苗较困难；种植过晚，营养生长期短，麻株矮小，纤维产量低。中国主要麻区的适宜播种期是：广东省3月下旬至4月上旬，福建、台湾两省4月下旬；长江流域4月下旬至5月上旬。

播种方式一般采用条播。每亩用种量圆果种0.5～1千克；长果种0.5千克左右。播种深度以1厘米左右为宜。播种后遇土壤干燥，应立即灌水，才能迅速发芽，保证全苗。

苗期管理　黄麻从子叶出土后的30～40天称苗期。苗期主根生长快，茎生长缓慢。宜勤施、轻施苗肥，及时排水，促进麻苗生长。要早间苗，及时定苗，一般在真叶出现时，进行疏苗；苗高3～6厘米时进行间苗，间除弱苗、病苗、杂苗；苗高10～15厘米时进行定苗，去大小苗，留中等苗，促使麻苗均匀、整齐、苗壮生长。在间苗定苗时，结合进行中耕除草，还要注意防治炭疽病、立枯病、地老虎等病虫为害，以防止断垄、缺苗。

旺长期管理　出苗后30～40天至现蕾，是麻株长高、增粗、纤维积累最迅速时期，一般为50～80天，称旺长期。旺长期茎日伸长速度可达5～10厘米，叶面积

指数达5.9～6.7，5.4～6.0天可增加一层纤维，是碳、氮代谢最旺盛时期，吸收养分最多，也是黄麻高产栽培的关键时期。据中国研究，亩产纤维250千克，从土壤吸收纯氮9.93千克，磷(P_2O_5)4.09千克，钾(K_2O)23.88千克，而旺长期对氮、磷、钾的吸收量分别占整个生长期吸收量的60%、63.8%和66.8%。所以，早施、重施"旺长肥"，氮、磷、钾合理配合，满足黄麻快速生长的需要，是夺取黄麻高产的关键措施之一。"旺长肥"可以一次或分两次施用，并结合培土。若土壤水分不足，麻株生长就缓慢，甚至萎蔫死亡，应及时灌水；以土壤含水量28%左右，麻株生长速度最快。但麻田水分过多，妨碍根系的正常吸收功能，影响生长，应及时排水。旺长期是"笨麻"（细小麻株）形成的高峰期，合理密植，适时定苗，科学施肥，合理排灌等措施，可以有效地降低笨麻率。生育后期根据麻株的生长情况，酌施"壮尾肥"（赶梢肥），防止早衰。同时注意防治病虫害，如炭疽病、斜纹夜蛾、红蜘蛛等。

收获　开花后15～20天为纤维收获适期。多数蒴果变褐色时即可采种。

参考书目

吴旭昌编：《千斤黄麻栽培技术》，农业出版社，北京，1983。

（罗国兴　莫如枝）

黄麻种质资源 (jute germplasm resources)　黄麻遗传种质的材料，包括地方品种、育成品种和近缘野生种等。是选育优良品种及进行遗传研究的重要物质基础。

世界黄麻种质资源较为丰富，印度已搜集569份，孟加拉国已搜集圆果种1 178份、长果种598份。中国已搜集整理出圆果种有254份，长果种68份。印度和孟加拉还搜集到近缘野生种 *C. trilocularis.* L.、*C. aestuans* L.、*C. tridens* L.、*C. kirkii* N.E. Brown 等20余份，中国也搜集到假黄麻 *C.acutangularis* L.。中国应用理化诱变和杂交方法先后创造出抗病、秆硬和具其它特征、特性的新类型；印度通过杂交、辐射等方法，创造出抗旱、抗病和其它突变类型，丰富了种质资源库。

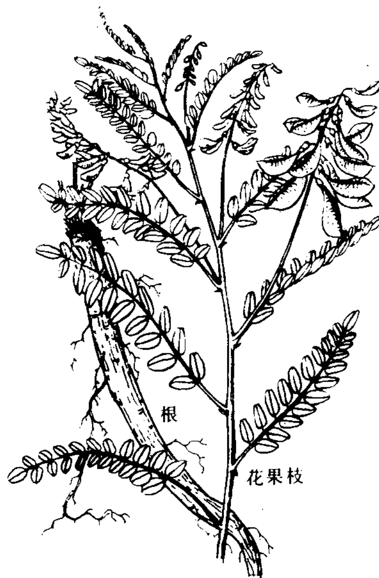
1974年以来，中国在研究品种的特征、特性的基础上，对黄麻种质资源进行了分类，编写出品种资源目录和品种志，分类是以形态特征为主，把圆果种分为有腋芽和无腋芽两类。长果种均为有腋芽型。根据黄麻品种在原产地的生长期长短，划分为特早熟型（生育日数140天以下），如英德黄麻、葛岭黄麻等；早熟型（生育日数141～160天），如快早红、荣昌驼麻等；中熟型（生育日数161～180天），如古农红皮、会昌竹篙麻、广丰长果等。晚熟型（生育日数181～200天），如梅峰2号、宽叶长果等。极晚熟型（生育日数210天以上），如粤圆5号等。黄麻植株色素明显，是识别品种的重要标志之一。印度根据黄麻植株茎、叶脉、托叶、花萼和蒴果色素的分布与强度，把圆果种划分为8个类型。

在种质资源的鉴定与利用上，中国从1947年开始，引种了印度圆果种D-154和长果种翠绿，50年代在生产上发挥了作用。此外，还选育和鉴定出秆硬、抗倒品种广巴矮、宽叶长果，抗炭疽病的品种有新选1号、粤圆5号、梅峰4号、71-10，抗黑点炭疽病的品种有台中淡红皮、土黄皮、马里野生长果，出麻率高和纤维品质良好的品种有宽叶长果、家黄麻、179、上犹一撮缨、三脚麻等。印度评选出抗旱高产的品种有Assam-16、JRC-4076，出麻率高的品种有JRO-7835，长果种蒴果成熟不开裂的品种有JRO-632、JRO-878，抗茎腐病的品种有JRO-7835、JRC-1108，对日照反应不敏感品种有JRC-321。

（孙家曾　余隆其　萧瑞芝）

黄芪 (membranous milkvetch)　豆科黄芪属中的栽培种，学名*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge.。多年生草本植物。古名戴糁，别名膜荚黄芪、绵芪。根供药用。中国主产黑龙江、山西、内蒙古、吉林、宁夏、甘肃等省（自治区）。苏联和朝鲜也有分布。其变种蒙古黄芪*A. membranaceus* (Fisch). Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 同供药用，其根产量高，品质好，主产地同黄芪。蒙古、苏联有分布。

黄芪株高50～150厘米。主根长30～100厘米，圆柱形，稍带木质，淡棕黄色至深棕色。茎直立，上部分枝。叶互生，单数羽状复叶，具披针形或三角形托



黄　芪

叶；小叶6～13对，长椭圆形或长卵形，全缘。总状花序，腋生，花蝶形，淡黄色。荚果膜质，半卵形，被短毛。种子肾形，黑褐色。花期6月。果期7月。

蒙古黄芪与黄芪主要区别在于株高50～60厘米，具小叶12～18对，通常为椭圆形，且较小；托叶为三角状卵形。荚果无毛，花期6月至7月，果期7月至9月。

喜凉爽气候，耐寒、怕热、怕涝。野生于干燥向阳的草原坡地，在东北多生长在稀疏开阔的树林中。以土层深厚、富含腐殖质、透水力强的中性和微碱性的砂质壤土为宜，粘土和重盐碱地不宜种植。种子繁殖，播前施足基肥，深耕耙细整平作畦。种子发芽适温为14～15℃，属硬实种子，不易发芽，可采用温水浸种或用沙摩擦种皮，加速发芽。秋播以地冻前为好，春播3月下旬至4月上旬，亦可6月下旬与油菜、亚麻、荞麦混播，或第1年在畦埂上种玉米遮荫。播种量每公顷18～22.5千克，行距45～50厘米，覆土3厘米，压紧。种子发芽和幼苗期需要充足水分。幼苗细弱怕强光，有荫蔽条件容易成活，雨季注意排水。当苗高12～15厘米时，按株距12～15厘米定苗。翌年早春于行间施厩肥或堆肥，施后覆土灌水。结荚初期要及时喷药防虫。病虫害有白粉病 *Erysiphe pisi* DC.、*Microsphaera astragali*、紫纹羽病*Helicobasidium mompa*；黄芪籽蜂 *Bruchophagus* spp.、槐蚜 *Aphis craccivora*、无网长管蚜 *Acyrthosiphon* sp.、大头豆芫菁 *Epicauta megalocepha*、中国豆芫菁 *E. chinensis*、豆荚螟 *Etiella zinckenella* 等。播后2～4年于9月至10月采收，一般每公顷产干货1 500～3 000千克。在气候冷凉，土质肥沃的地方以生长6～7年的质量为佳。但如种植年限太长，根部变黑，木质化严重，会降低质量。种子收获。当种子呈褐色时，采下果实，晒干，脱粒后，放于通风干燥处贮藏。

黄芪根含2′,4′二羟基-5,6-二甲氧基异黄烷(2′,4′-Dihydroxy-5, 6-Dimethoxyisoflavane)、胆碱(Choline)、甜菜碱(Belaine)、氨基酸、蔗糖、葡萄糖醛酸及微量的叶酸；蒙古黄芪根含β-谷甾醇、亚油酸及亚麻酸、D-β-天冬素(D-β-Asparagine)、胡萝卜甙、二十九烷、胆碱、蔗糖等。药理实验：能增加机体耗氧量，加强心脏收缩。对衰竭心脏有强心作用，使冠状血管、肾脏血管和全身末梢血管扩张；有降压利尿、镇静等作用；对志贺氏痢疾杆菌、炭疽杆菌等有抑制作用；并能抗病毒感染，促进机体免疫功能。味甘，性微温。有补气固表，托疮生肌作用。主治体虚自汗、久泻脱肛、子宫脱垂、慢性肾炎、血小板减少性紫癜、白细胞减少症及痈疽难溃或久不收口等症。

（王丽华）

黄芩 (baical skullcap)　唇形科黄芩属中的栽培种，学名 *Scutellaria baicalensis* Georgi。多年生草本植物。古代作黄荃，别名黄金茶。由于老根的中心腐朽中空，所以又有"腐肠"、"空肠"等名称。根供药用。中国分布于黑龙江、吉林、辽宁、河北、河南、山东、山西、内蒙古和甘肃等省(自治区)。山西省产量最多，河北省承德产的质量最佳。苏联的东西伯利亚、蒙古、朝鲜、日本也有分布。

株高30～60厘米，全株稍有毛。根圆锥形，粗壮，断面鲜黄色。茎四棱形。叶对生，近无柄，披针形。总状花序，花偏生于花序一边，具叶状苞片；花萼紫绿色；花冠2唇形，蓝紫色或紫红色。小坚果，卵圆形，黑褐色，表面有小瘤状突起。花期6月至9月。果期8月至10月。



黄　芩

深根性植物，野生于山坡、林缘等向阳的地方。耐旱，耐寒，成年植株的地下部分可耐－30℃低温，积水或雨水过多时，生长不良。以排水良好、土层疏松、富含腐殖质的中性或微碱性的壤土、砂质壤土为好。忌连作。5月至6月为茎叶生长期。8月下旬，当地下10厘米处日平均地温在23℃以下时，根部迅速长大增粗。10月地上部分枯萎。一般采用种子直播，春播在4月上中旬进行，秋播在8月中旬进行。在畦面开浅沟，行距20～25厘米，用细砂均匀拌种，采用条播。播后覆土镇压，然后浇水，保持土壤湿润，约经15天左右出苗。每公顷播种量12～15千克。当苗高3～5厘米时，结合松土除草，按株距6～9厘米定苗。也可用育苗移栽的方法，3月播种育苗，苗高10～12厘米时移栽，行株距30×12厘米。生长期间要适时松土除草。每年追肥2～3次。除留种地外，孕蕾期间应剪去花枝，促使根

部生长。播种第二年秋后地上部分枯萎时，或第三年初春未萌发前采挖，过迟则根部空心，质量不佳。挖取后除去残茎、须根，晒至半干，撞去外皮，再晒或烘干。如曝晒过度，则发红色；经雨淋或着水则变绿发黑，质量低劣。留种地在7月至9月间分批采收种子，晒干，置阴凉通风处收藏。病虫害主要有叶枯病和地老虎。

黄芩根部主要含黄芩甙(Baicalin)、汉黄芩甙(Wogonoside)、千层纸素A葡萄糖醛酸甙(Oroxylin A-gl-ucuronide)、β-谷甾醇、油菜甾醇(Camphesterol)、豆甾醇、黄芩素(Baicalein)、汉黄芩素(Wogonin)、可加黄芩素(Koganebanain)、黄芩黄酮(Skullcapflavone)Ⅰ和Ⅱ，以及千层纸素A(Oroxylin-A)等。药理实验：有抗菌、解热、降压、利尿、抑制流感病毒、抗炎和抗变态反应作用。根味苦，性寒。有清热燥湿，泻火凉血和解毒安胎的功能。用于温病发热，肺热咳嗽，肠炎痢疾，肝炎，吐衄，胎动不安，痈肿疮疖等症。叶泡茶饮用有清凉解毒作用。（宋立人）

黄耀祥（1916～ ） 水稻育种专家。广东省开平县人。曾考入中山大学物理系，后立志以农立国，改读农业专业，于1939年毕业。先后在云南省第一农事试验场、广东省稻作改进所任职。1949年后任广东省农业试验场、广东省农业科学院研究员、副院长，五届全国人大代表，广东省人大常委，全国劳动模范。



黄耀祥长期从事水稻育种工作，1959年在世界上最早育成籼稻矮秆良种"广场矮"，并在中国南方稻区大面积种植获得丰收。这是世界籼稻矮秆育种史上一个重大突破，确立了中国籼稻矮秆育种方向和科学育种体系。60年代，黄耀祥和他的助手们又育成了"珍珠矮"、"江南矮"、"二九矮"、"广塘矮"、"双竹占"、"朝阳矮"等十几个各具特色的矮秆籼稻良种，使籼稻亩产由五六百斤，一跃达到八百斤左右。其中1961年育成的"珍珠矮"尤为出众，它以"千斤种"驰名中外，它不但是中国华南地区早稻最主要的当家品种，还在东南亚一些国家推广种植。70年代后他和助手们又育成了一批新良种。其中"桂朝2号"创中国水稻一季亩产最高纪录。1979年育出的"双桂一号"，确立了丛生快长株型育种方向，把籼稻育种推进到新的阶段。黄耀祥在几十年的工作实践中，无论在育种方法上、育种理论上都有深入的研究和系统的总结，取得了显著成就，丰富和发展了我国籼稻矮化育种科学体系，使之逐步趋于完善。

（叶利群）

回归分析（regression analysis） 确定自变数(原因变数)和依变数(反应变数)之间数量关系的一种统计方法。一般以x表示自变数，y表示依变数。自变数为一个时，称一元回归分析；自变数为m个(x_1, x_2, …, x_m; $m \geq 2$)时，称m元或多元回归分析。回归分析的基本内容，在一元回归时为：①应用最小平方法，确定y随x的变化而变化的一个回归方程$y=f(x)$；②计算依变数y的离回归标准误$s_{y \cdot x}$，并测验$\hat{y}=f(x)$的显著性。这里的$\hat{y}$是任一x上的y总体分布的中心估计；$s_{y \cdot x}$是围绕$\hat{y}=f(x)$的y总体分布的变异度估计。上述内容可类推于多元回归分析。但由于自变数有m个，故回归方程和离回归标准误需分别写成：$\hat{y}=f(x_1, x_2, \cdots, x_m)$和$s_{y \cdot x_1 \cdots x_m}$。由于事物间数量关系的多样性，以上两类方程的具体形式也是多种多样的。可概括地分为线性的和非线性的两类。前者表示y是随x的变化而呈线性改变的；后者则表示y和x是各种各样的非线性关系。线性回归方程的形式可写作：$\hat{y}=a+b_1x_1+b_2x_2+\cdots+b_mx_m$。回归分析主要应用于需从自变数预测(预报)和控制(矫正)依变数y的一类问题上。它要求自变数应是水平可控、没有误差或误差很小，而依变数则既随自变数取值的改变而按一定的规律改变，又具有随机误差。

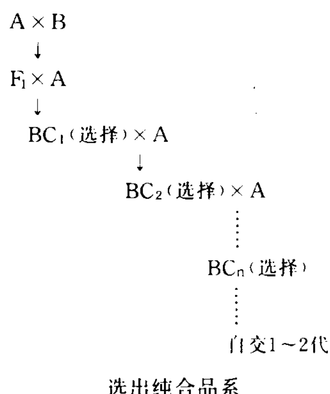
（莫惠栋）

回交育种（backcrossing） 用两个亲本杂交后，通过用杂种与亲本之一继续杂交，即(A×B)×A，称回交。连续多代重复回交把亲本B的某些特定性状导入亲本A的育种方法即为回交育种。是杂交育种的一种特殊形式。当某一优良品种或品系综合性状优异，但尚缺少一两个特定有利性状，而另一材料恰好具备这一两个性状时，常应用回交育种把后者特定有利性状导入前者，使它更加完善。

概况　回交育种早期多用于动物育种。1920～1922年美国H.V.哈兰(Harlan)和M.N.波普(Pope)首先应用此法于植物，将光芒性状导入优良大麦品种Manchuria。1922年 F.E.布瑞格斯(Briggs)用此法于小麦抗腥黑穗病育种，育成一系列优良品种在美国西部地区推广。中国俞启葆应用回交育种于1944年育成抗卷叶螟的鸡脚德字棉，曾在四川等地种植达10万公顷。40～50年代美国、加拿大、澳大利亚等国在麦类作物抗腥黑穗病、锈病、白粉病方面，日本在抗稻瘟病方面应用回交育种都获成功。60年代美国用此法育成的抗苗腐病大豆品种哈罗索63(Harosoy 63)，在严重发病条件下产量为原轮回亲本哈罗索的3倍。70年代加拿大用此法育成双低(低芥酸，低硫代葡萄糖甙)油菜品种陶威尔(Tower)等。在玉米抗大斑病的Ht基因、抗小斑病的rhm基因和高赖氨酸O基因的转育上，回交已成为常规方法。

回交还广泛应用于：远缘杂交，以克服其不育性；选育近等位基因系、合成多系品种；细胞质雄性不育系及核不育系的转育以及单缺体等非整倍体材料的转育等方面。

方法及原理　回交育种的典型作法如下图所示：



选出纯合品系

图中A代表综合性状优良、但尚有待改进的亲本。由于它多次被用作亲本，又是特定有利性状的接受者，故称轮回亲本或受体。B代表特定有利性状的提供者，只在开始作杂交时应用一次，故称非轮回亲本或供体。F_1为杂交一代。BC_1、BC_2、BC_n为回交后代。从回交一代(BC_1)起杂种群体开始分离，从此每代均需从杂交种群体中选择具有B所提供特定有利性状的个体与轮回亲本A杂交，得到下一代群体。如此重复进行多次，直到最后得到所有性状与A相似，但却增加了从B转来的特定有利性状的后代，再经1～2次自交，选出被转移性状纯合的个体，进而育成新品种。

回交次数因具体情况而定。理论上每回交一次，杂交后代所含轮回亲本的遗传成分递增一半，这样经4～5次回交，其后代的主要性状已接近轮回亲本，但如轮回亲本的主要性状涉及的基因数较多，回交次数需适当增加。

回交次数(r)、轮回亲本主要性状基因对数(n)与回交后代中n对基因完全纯合个体所占百分数的关系如下式所示：

$$n对基因完全纯合个体所占百分数=\frac{(2^r-1)}{(2^r)}\times 100$$

据此式可算出下表中完全纯合个体的百分数。

基因对数（n）	回交次数（r）									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50	75	88	94	97	98	99	100－	100－	100－
5	3	24	51	72	85	92	96	98	99	100－
10	0	6	26	52	73	85	92	96	98	99
20			7	28	53	73	85	92	96	98
50				4	20	46	68	82	91	95
100					4	21	46	68	82	91

回交育种的特点在于每次选择只针对供体所提供的一两个特定有利性状，轮回亲本的优良性状可随回交的进行而自动恢复，可以不进行选择。因此所需要的后代群体很小，而实现预期目标的把握性较大。

自交后代与回交后代所需群体大小悬殊之原因还在于两者的分离方式不同。对于一对基因而言，自交后代按1∶2∶1分离，其中符合要求的纯合个体占1/4，因而最小群体所包含个体数为4，回交后代按1∶1分离，后代中符合要求个体占1/2，最小群体中个体数为2。在基因对数为n时，二者所需最小群体中的个体数分别为4^n及2^n。从下表中可见，在n较大时，二者之间的差异极大。

希望从自交或回交后代分离群体中得到1个n个所需基因均为纯合的个体时最小群体中所应包括的个体数见下表：

群体种类	基因对数n							
	1	2	3	4	5	6	7	8
F_1自交后代(F_2)	4	16	64	256	1024	4096	16384	65536
F_1回交后代(BC_1)	2	4	8	16	32	64	128	256

基于以上特点，进行回交育种具备以下两个条件，才能取得成功：①轮回亲本除一两个有待改进的性状外，其他性状必须特别优异，否则很难得到较理想的回交品种。②非轮回亲本所提供的特定有利性状必须是简单遗传的，而且最好是显性遗传的。因为只有简单遗传的性状才不致随回交次数的增多而有所削弱；只有对显性遗传的性状，才能连续进行回交。对于隐性遗传的性状也可进行隔代回交法，但需一代回交，一代自交，交互进行；或采用多作回交，然后在下一代根据母株后代是否分离对相应回交材料进行选汰的办法。

为了保留较多新的基因重组时采用不完全回交（或称有限回交）法，即回交一二次之后改用常规方法继续自交和选择，以保持超亲分离所带来的改进。在所要求改进的性状分别来自不同供体时可采用逐步回交法，即与不同供体的回交分步骤先后进行。在要求的性状来自较多供体时，则可采用聚合杂交法，即先用轮回亲本分别与若干不同供体回交数代之后，再聚合到一起。

关于回交所得新品种的命名，一般是保留原轮回亲本的名称，加上发放回交品种的年代，如Amsoy 71或Willidm 79等。

评价　和常规杂交育种相比较，回交育种具有以下优点和局限性：①通过回交选育的新品种很接近轮回亲本，回交育种较易达到预期目的。而且新品种一旦育成即可在轮回亲本原推广地区直接投入使用，不再需要进行各级产量比较和区域试验。但也正由于新品种与轮回亲本相似，很难获得突破性的成果。尤其是在生产上品种更换频繁时，往往有可能在回交新品种育成时，轮回亲本已变的不适用了，势必影响新品

种的推广。②由于回交后代的选择只集中在供体所提供的少数性状上，使群体和工作量都大大减小，也可缩短育种年限。（杨作民）

灰叶剑麻 (henequen)

龙舌兰科龙舌兰属一个种，学名*Agave fourcroydes* Lem.，多年生草本，叶片灰色故名。纤维称墨西哥马盖(Mexican maguey)，亦称汉尼昆(Henequen)。原产中美洲墨西哥尤卡坦(Yucatan)半岛，古巴、哥斯达黎加、危地马拉、洪都拉斯等国家都有分布。1953年引入中国海南省，现在广东、广西和福建均有小面积种植，主要用作杂交亲本和品系比较试验。

叶片疏生，灰绿色，狭长，长100～180厘米，宽8～14厘米，叶面多蜡粉，边缘有刺，开花期2月至4月。圆锥花序，轴高5～7米，花灰黄色，花蕾较短，长约5厘米，花梗短，萼筒与裂片等长，花有不良气味。体细胞染色体140个（基数30），为非整倍的五倍体，杂交后代不育。

耐寒力较强，耐旱瘠，能在半荒漠地区茁壮生长；抗病虫能力强，适生气温年平均25.8℃，上限40℃，下限10℃，年雨量750～1 250毫米。在珊瑚岩风化的红壤、火山土或滨海石灰质沙壤上生长良好，在粗放管理条件下仍有收获。生命周期15～30年，叶数270～330片，单株年长叶20～30片。每公顷产干纤维1 500～1 900千克，纤维率约4%。纤维洁白，有光泽，束纤维长120～150厘米。强力50～60千克/克·300毫米。

栽培技术与剑麻基本相同，但由于叶缘有刺，株距和小行距应加宽，每公顷定植5 000株以下。可用珠芽或吸芽作为繁殖材料。田间管理较粗放，植后5～6年开始割叶，6个月割一次，可连割10～15年。

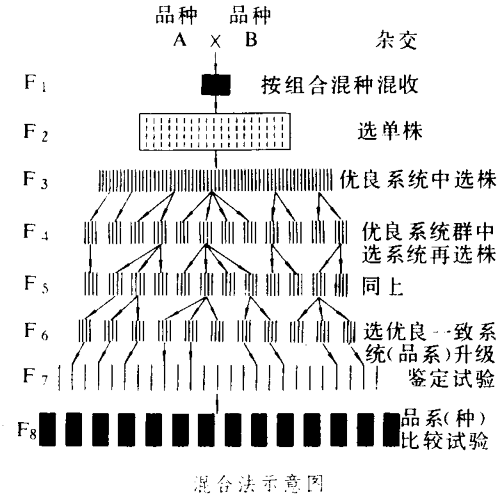
1981年墨西哥种植灰叶剑麻25万公顷，每公顷生产干纤维600～700千克，总产12万吨。（曾友梅）

混合法 (bulk method)

在杂交育种中，连续多代混合种植杂种后代群体，一般不加选择，直至其中个体纯合程度达到要求时再进行一次个体选择的杂种后代处理方法。亦称"集团法"。是杂种后代处理两个基本方法之一。

混合法是瑞典尼尔森·埃尔(Nilsson-Ehle) 1908年首先倡导的，用以处理冬小麦杂种后代。随后不少育种家取其简便易行，相继采用此法。60年代以来日本在稻麦育种中也广为应用，几乎与系谱法并重。但在中国、欧洲等国家则远不如系谱法为普遍。

典型混合法的程序如下图所示。从杂种一代开始，各代都按组合收获、脱粒，然后取样混合种植，除必要的去杂去劣外，不进行单株选择。直到F_5～F_8代再进行一次单株或单穗选择，次年种成株系或穗系，再选优升入产量比较试验。每代样本大小因育种规模、工作条件和材料性质而异，一般每组合以不少于1万粒



混合法示意图

（株）为宜。混合种植年限的多少，视杂种群体中的个体要求达到的纯合程度决定。

与系谱法相比较，混合法的优点在于：①更适于数量性状的选择。由于数量性状在早代的遗传力低，个体选择效果差，并会导致某些优良基因的丢失。混合法在早代不作选择，等到晚代性状遗传力随纯合程度提高而增大时再进行选择，效果较好。②混合种植通过自然选择的压力可以改变群体内的基因频率，有利于适应性的加强。③混合种植简单易行，可以节省大量人力，有利于容纳更多材料，适当扩大育种规模。

混合法的缺点在于：①在一个世代里，众多的目标性状只能依靠自然选择，进展较慢，且无系谱资料可供参考。②混合种植必然会因株间生长竞争而带有一定数量的不良基因型，如发生植株蹿高、为增加粒数而使籽粒变小等倾向，在一定程度上造成人力物力的浪费。而且混合种植表现好的杂种群体，从中选出的优良单体，和以后在生产上单一基因型栽培的条件下不一定表现一致。③自然选择有时会与育种目标有矛盾，导致群体内早熟、矮秆等类型生长不良，削弱竞争力。为了弥补这些缺点，美国加利福尼亚大学戴维斯分校在适当世代针对抗病、早熟和穗部性状进行一次或多次穗选，每次穗选后混合成下一轮的杂种群体，称选择混合法，以求提高某些优良性状的基因频率。亦可在开始分离世代即按不同性状类型将一个组合后代分别选择组成若干集团，然后按集团混合种植，称集团混合法。G.M.巴特(Bhatt)等在澳大利亚从事小麦育种时还用混合法结合机械选择，即到达预定收获期时先将超过一定高度的穗子割掉，并在脱粒后用分色仪、粒重仪和粒形仪筛选出白粒、大粒、圆粒，可以大大提高株高、生育期和籽粒性状符合育种目标的杂种后代出现的频率。美国内布拉斯加大学采用浮

选法，漂选出蛋白质含量高的小麦杂种种子，也是一种有效混合选择法。　（李晴祺）

混杂试验设计 (confounding design)　在复因子试验中，通过减少每一区组所含的处理数目，以提高区组的局部控制效率和试验精确度的一种设计。其基本原理是使某些较不重要的互作效应或主效应与区组差异相混杂。例如A、B、C三个因素各具0和1水平的试验，共有8种处理：$a_0b_0c_0$、$a_1b_0c_0$、$a_0b_1c_0$、$a_0b_0c_1$、$a_1b_1c_0$、$a_1b_0c_1$、$a_0b_1c_1$及$a_1b_1c_1$。把这8种处理中带有a_1水平的处理设在一个区组中，而把带有a_0水平的处理设在另一个区组中，则每一区组只有四种处理，而A因素两个水平间的差异（A因素主效应），就与区组差异相互混杂了。成为混杂设计。混杂的具体方法依因素的数目及其水平的数目不同而异。若有n个因素各具两个水平，可采用正、负号归类法。以上述三因素试验为例，先将其8种处理依次简记为：①、a、b、c、ab、ac、bc和abc（所有因素都是0水平的处理记为①，其余处理只记下1水平的字母），并排成一行。若要混杂A因素主效应，可在有a的处理下记"＋"号，在无a的处理下记"－"号（"＋"号和"－"号的数目相等），然后将"＋"号的处理排入一个区组，"－"号的处理排入另一个区组即可。这时两个区组间的相差也就是含a_1处理和含a_0处理间的相差（即A因素主效应）。用同样的方法也可混杂B因素和C因素的主效应。在对两因素的交互作用，譬如A和B的互作效应进行混杂时，则只须将A效应的符号与其同列的B效应的符号相乘，按照同号相乘得"＋"，异号相乘得"－"的原则写出其"＋"、"－"号，然后将"＋"号的处理排成一个区组，"－"号的处理排成另一个区组即可。其它两因素互作效应的混杂亦依同法进行。至于A、B和C三因素交互作用的混杂，可将同一列内A、B和C三者的符号相乘得出。以上全部结果见下表：

混杂的效应		①	a	b	c	ab	ac	bc	abc
主效	A因素	−	+	−	−	+	+	−	+
	B因素	−	−	+	−	+	−	+	+
	C因素	−	−	−	+	−	+	+	+
互作	AB	+	−	−	+	+	−	−	+
	AC	+	−	+	−	−	+	−	+
	BC	+	+	−	−	−	−	+	+
ABC互作		−	+	+	+	−	−	−	+

混杂试验分完全混杂和部分混杂。前者是各个重复的区组都混杂相同的效应，后者指各个重复混杂的效应不相同。

混杂试验中的每一区组只包含全部处理的一部分，故为不完全区组。由于区组的面积变小，区组内各小区间的土壤差异减小，因而使试验的精确度提高。在统计分析上，与区组差异相混杂的效应无法估计，但其它未混杂的效应却可得到更精确的估计。一般地说，高级的交互作用不易解释，且常不易显著，故混杂试验多使高级交互作用和区组效应混杂，以增进对各因素主效应和低级互作效应进行估计的精确度。

混杂原理可在试验设计中广泛应用，从而出现一些新的试验设计，如格子设计、正交设计等等。

（卢宗海）

混作 (mixed cropping)　在同一块田地上，同期混合种植两种或两种以上作物的**种植方式**。混作与间作（见**间作**）都是两种生育期相近的作物在田间构成复合群体，但混作一般是无规则地不分行或在同行内混合、间隔播种。

混作的主要作用在于减轻旱、涝、病虫等灾害对作物的危害，抗灾稳产保收。在某些条件下，也有利于提高光能和土地利用率，提高作物产量。混作是一种稳产保收的种植方式，多由对自然灾害适应能力不同的作物组合而成，如小麦或大麦与豌豆或小扁豆混作、高粱与黑豆混作、玉米与小豆混作、棉花与芝麻或豆类混作、黑豆或绿豆与芝麻混作、油用亚麻与油菜混作、油菜与蚕豆或紫云英混作、紫云英与黑麦草混作等。随着生产条件的改善，混作作物种间的争光、争水肥的矛盾突出，加之田间管理不便，面积已逐渐减少。混作的技术要点是合理选配作物种类、品种和掌握混种作物的适宜比例。混作是东非、中非、西非各国农业的传统种植方式，主要粮食作物如玉米、高粱、豇豆、谷子、木薯、马铃薯等都广泛采用混作。印度在旱作地区种植高粱、木豆、豇豆、珍珠粟、龙爪稷也多采用混作。此外，许多畜牧业发达国家种植饲料作物也常采用混作。欧洲普遍采用一年生羽扇豆或豌豆与燕麦混作，多年生三叶草与黑麦草混作等。苏联则采用羽扇豆、鹰嘴豆与青饲玉米混作，燕麦与苕子混作。澳大利亚、新西兰和加拿大等国种植牧草也多采用混作。　（李凤超）

混作稻 (mixed cropping rice)　将早、晚稻种子按一定比例同时混播育秧，一次栽插，两次收割的一种双季稻栽培方式。中国华南地区的部分丘陵山区历史上有过混作稻，有时作为抗御自然灾害，保持一定收成的一种应变措施，但现今已无存在。60年代初，福建、浙江等地也曾对混作稻进行调查研究，认为有省工、省肥、稳产的特点，但产量不及间作稻和连作稻。种植混作稻的栽培技术要点是：①早、晚稻都要选用分蘖力强的籼稻品种。②早、晚稻种子混播的比例一般是7∶3。③插秧的苗数每穴要比一般早稻多2～4苗。④早稻要在晚稻孕穗前收割，其留茬高度以6～10厘米为宜。

（方宪章）

J

积温 (accumulated temperature)　一定时期内，某一界限温度以上日平均气温的累积值。当其他环境条件基本得到满足的情况下，作物的生长发育速度主要受温度的影响。一般是在高于生物学下限温度时，作物开始生长或发育；低于生物学下限温度时，则停止生长或发育甚至死亡。统计作物整个生育期或某一生育期内的积温值，可视为某作物或某特定生育期所需的积温，可用来研究作物对热量条件的要求。统计一个地区的积温，可用以评价某地区的热量资源。

在1835年法国A．F．戴姆尔(de Reaumur)首先发现植物完成一定的生育时期，要求有一定的积温。19世纪下半叶，科学家们相继研究和计算出了许多作物生育期间所需的积温值，并认为作物生育的速度与积温有直接关系。F．赫勃兰特(Haberlandt)曾根据这一点，按照各种作物对热量的要求，列出温度总和的次序。他在研究农业气候区划时，也采用高于0℃的每日平均温度来计算积温。Г．Г．希扬尼诺夫(Селянинов)计算一般喜温作物积温时采用了高于10℃的温度。

常用的积温有两种：

活动积温　作物生育期内大于或等于生物学零度的日平均温度称为活动温度；逐日活动温度的总和称为活动积温，以A_a表示

$$A_a=\sum_{i=1}^{n}\bar{t}_i\quad(\bar{t}_i\geqslant B；当\bar{t}_i<B时，\bar{t}_i计为0)$$

式中 n为生育期历经的天数；$\bar{t}_i$为生育期内每天的平均温度；$i=1，2，\cdots\cdots n$，B为作物生育的生物学零度。

活动积温计算简便，也便于比较。它既能较好地反映作物生长发育速度与温度的关系，又能表示一个地区的热量资源。由于作物的种类不同，生物学零度很不一致。实践中，多以≥10℃的活动积温来评价一个地区的热量资源，在作物区划中普遍使用。

有效积温　活动温度中，生物学零度以上部分称为有效温度，即日平均温度与生物学零度之差。作物某生育时期或整个生育期内逐日有效温度的总和，称为有效积温，以A_e表示

$$A_e=\sum_{i=1}^{n}(\bar{t}_i-B)\ (当\bar{t}_i\leqslant B时，\bar{t}_i-B计为0)$$

有效积温变化小，因此，能更准确地反映作物对热量条件的要求。但作物之间B值差异很大，不便于比较。

（袁祖培）

基本耕作 (basic tillage)　使用犁、深松铲等农具翻转或疏松土壤全耕层的耕作措施的总称。此类耕作措施作用的土层深，涉及整个耕层土壤的水、肥、气、热状态，后效期长，对随后的表土耕作措施和作物的生长发育均有重要影响。可分为**翻耕**、**深松耕**、上翻下松、**旋耕**等四种基本类型。使用的农具种类繁多，有翻耕用的有壁犁、圆盘犁和带小铧的复式犁等；有松耕用的凿形犁、无壁犁和深松铲等；有上翻下松用的带松土铲的有壁犁等；有旋耕用的旋耕机，也有人工翻耕用的铁锹。耕深一般为15～20厘米，较深的达21～25厘米，最深可超过25厘米。基本耕作深度、间隔时间长短以及进行季节的选择，因各地区的自然条件、作物、熟制和轮作类型而异。可连续全耕层耕作，亦可深耕和浅耕交替。可年年进行，亦可隔一年或数年进行。

翻耕（见**翻耕**）是基本耕作中沿用历史最久、使用最为普遍的类型。无论从中国或世界各国看，翻耕都是最主要的类型。翻耕的作用是翻转疏松耕层，熟化土壤，翻埋残茬、肥料和杂草等。耕后地面比较清洁，在防除病虫害上有一定作用。但翻耕过程要丢失较多的水分，疏松裸露的地表会增加风蚀和水蚀，长期采用同一耕深易形成紧实的犁底层，以致妨碍作物根系的生长和影响土壤的通透性。为克服上述缺点，20世纪30年代以来出现了深松耕（见**深松**）和上翻下松两种基本耕作类型。与翻耕相反，深松耕的特点是疏松土壤而不乱土层；地面有残茬覆盖，从而减少了耕作过程中水分的丢失和保持水土。犁底层被打破，有利于作物根系下扎、透气渗水。但深松耕后表土混有较多杂草籽，需要施用化学除草剂或及时机械除草；有机肥料不能翻埋，只能与表土混合，一定程度上影响肥效。旋耕破碎混拌耕层土壤的作用强，而翻转的作用弱，耕深一般较浅，常与翻耕轮换应用（见**旋耕**）。

（刘含莉）

基因 (gene)　含有一定遗传信息的核苷酸顺序。它是脱氧核糖核酸（DNA）大分子上的一个区段。对某些病毒而言，基因则是核糖核酸（RNA）大分子上的一个区段。基因是遗传物质最小的功能单位。基因通常指核基因（染色体基因），但也包括核外基因（染色体外基因）。

每个基因在染色体上有一定的位置，称为位点。凡在同源染色体上具有相同位点的基因统称为等位基

因。等位基因一般是由正常的野生型基因通过碱基或座位的突变而产生的。两个以上的等位基因则称为复等位基因；而非等位基因则指的是等位基因以外的基因。

基因概念的发展　经典遗传学认为基因是决定性状的遗传单位，它既是一个重组单位，又是一个突变单位，也是一个功能单位。随着分子遗传学的发展，逐步查明，基因是由许多重组子和突变子组成的，每个重组子或突变子可以只是一对核苷酸。如果称一对核苷酸为基因，显然是不能成立的。据此认为基因是编码一条多肽链的DNA，在功能上则被顺反测验或互补测验（一种遗传测验，它决定两个基因突变m_1和m_2是否发生在一个有功能的基因上）所决定。以后的研究又发现基因并不一定为一条多肽链编码，因为有些基因，如tRNA基因与rRNA基因的产物是RNA，而不是蛋白质或酶；又如操纵基因则指的是阻遏蛋白和激活蛋白与DNA结合的部位。

随着重组DNA和DNA序列分析技术的发展，陆续发现了重叠基因、隔裂基因、跳跃基因和假基因等，基因概念不断增加了新的内容。

重叠基因　最先由英国F．桑格（Sanger）在测定ΦX_{174}的核苷酸序列时发现，基因B在基因A内，基因E在基因D内，这两对基因的阅读框架只差一个核苷酸，即有两个遗传密码互相重叠。此外，J基因的第一个密码与D基因的最后的一个密码是相互重叠的，如图1所示。

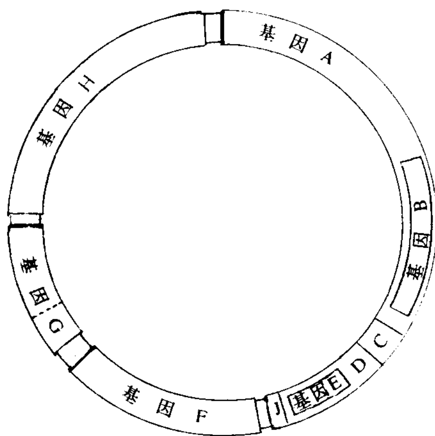


图1　重叠基因

类人猿病毒SV_{40}和一种能感染大肠杆菌的RNA病毒$Q\beta$也有重叠基因。迄今重叠基因只见于病毒，它的普遍性尚待研究。

隔裂基因　真核生物结构基因的内部往往为一些称为内含子的间隔顺序所分割。如小鼠的β-珠蛋白基因，有一个长约550个核苷酸的内含子，把它分成左右两段。在第一段编码区——外显子长约500个核苷酸内，又有很小一段间隔区，如图2所示。间隔区在真核生物基因中是相当普遍的，迄今只发现少数基因没有间隔区。

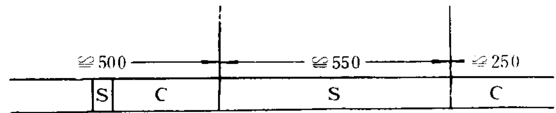


图2　隔裂基因

小鼠的β珠蛋白基因：C示编码区（外显子）；S示间隔区（内含子）；数字示核苷酸对数

跳跃基因　1949年，美国B．麦克林托克（McClintock）在研究玉米籽粒糊粉层不稳定色斑遗传时，发现了可移动的控制因子Ds—Ac系统。她认为它们是可以移动的基因，能控制其它结构基因的活性。这一发现与传统的基因不移动的概念相抵触，当时未能得到重视。70年代以后，在细菌、病毒、酵母和果蝇中陆续发现跳跃基因，才对麦克林托克的发现给予高度评价。以跳跃基因为媒介的基因转移可以高频率地发生，而且不需要同源染色体的配对与重组，因此跳跃基因的发现对分子生物学的理论和实践都具有重要意义。

假基因　非等位的功能正常基因的复制品因突变而丧失活性。具有类似功能基因的核苷酸序列，但无基因的正常功能。1977年首先在非洲爪蟾中发现，其后相继在其他真核生物中发现。

基因的相互作用　由于等位基因的相互作用，一个基因可能表现为显性、隐性或不完全显性。一般野生型基因多表现为显性，突变型基因多表现为隐性，由于非等位基因的相互作用，一个基因可能表现为上位性、互补、累加、修饰、调节、抑制等等。

上位性　影响同一性状的两个非等位基因在一起时，表现性状的称为上位性基因。例如，西葫芦的皮色遗传，显性白皮基因W对显性黄皮基因Y和隐性绿皮基因y起上位性作用。基因型W-Y-和W-yy均为白色，当显性基因W不存在而代之以w基因时，wwY-为黄色；wwyy为绿色。

互补作用　两对或多对非等位基因，只有显性基因共同存在时，才表现出某一性状。如控制香豌豆的花色遗传：CCPP和C-P-都开紫花，C-pp、ccP和ccpp都开白花。

累加作用　对于同一性状的表型，几个非等位基因都只有部分的影响。如南瓜果形的遗传：A-bb和aaB-均表现为圆球形，A-B表现为扁盘形，而aabb表现为长圆形。

修饰作用　任何基因经互作而影响到其他基因表型的表现。

调节作用　一个基因对其他基因具有激活或阻遏作用。

抑制作用　某基因发生突变后使另一突变基因的表型效应消失而恢复野生型。

基因与环境的相互作用　在一个群体中，表现某个特定基因性状的百分数称为外显率，对于该性状表现的程度称为表现度。例如，对某个基因位点而言，所有显性同质结合体AA均为同一表现型；所有隐性同质结合体aa均为与AA不同的另一表现型；而所有异质结合体Aa彼此表现相同时，称为完全的（100%）外显率。如果在某个具有AA、Aa、aa基因型的群体中特有的表现型达不到100%时，是不完全的外显率。至于表现度则为某个基因型，如AA、Aa、aa的表现程度。如人类的多指遗传，成人的多余小指从正常大小到很小，这是基因表现度的不同；但有时在胎儿时期多余小指易于消失，在成人中并不表现，这就成为不完全的外显率。

外显率和表现度既受基因型、年龄、性别等内在环境的影响，也受营养、温度等外界环境的影响。如人类的癫痫有不完全的外显率。对27对遗传上完全相同的同卵双生儿作调查，双方都有癫痫的只占37%，即外显率为37%。这说明外界环境条件是决定这一性状表现的重要因素。

核外基因系统　真核生物的细胞包含一个显示非**孟德尔遗传**的核外基因系统，或称染色体外系统。核外基因似起源于外来生物，如草履虫的卡巴颗粒。植物中的质体和线粒体以及动物中的线粒体，也有人认为起源于外来的原核生物。核基因可与核外基因相互作用而产生一定的表现型。　　　（米景九）

基因定位（gene mapping）　基因所属染色体及其在染色体上位置的测定。

将所有已知**基因**按连锁基因间的交换值绘制成连锁图。这对了解生物的各遗传性状间的关系、遗传学研究及杂交育种有重要的意义。

基因在染色体上位置的测定　根据同一染色体上的连锁基因间的交换值进行基因定位。一般用两点测验法或三点测验法。

两点测验法　同一染色体上两连锁基因点间的距离愈远，减数分裂中非姊妹染色单体之间的交换机会就愈多，出现的重组型配子也就愈多。通常用有两对基因差别的个体进行杂交，然后用测交的方法来测定杂种的重组型配子占总配子数的百分数，以表示两基因点之间的遗传距离，用1%作为一个重组单位或图距单位。这是基本的基因定位方法。但是，这两对基因中虽有一对基因的位置已知，而新的基因位于已知基因的哪一边，则还要进行另一组的两点测验才能确定，所以一般采用三点测验法。

三点测验法　在有三对连锁基因差别的一次杂交中，测定三个基因点的排列顺序和**遗传距离**。这是1913年由A. H. 斯特蒂文特（Sturtevant）首创的。例如玉米有三对基因：C（胚乳糊粉层有色）与c（无色），Sh（胚乳饱满）与sh（凹陷），Wx（胚乳非糯）与wx（糯性）。用籽粒有色、凹陷、非糯的玉米纯系与籽粒无色、饱满、糯性的玉米纯系杂交得F_1，再使F_1与无色、凹陷、糯性的隐性纯合体测交。测交后代的表现型及比例，反映了F_1产生的配子种类和比例，结果见表。表中"＋"号代表各显性基因，其对应的隐性基因仍分别以c、sh和wx代表。

P　凹陷　非糯性　有色 × 饱满　糯性　无色
　　shsh　＋＋　＋＋　｜　＋＋　wxwx　cc
　　　　　　　　　　↓
测交　F_1　饱满　非糯性　有色 × 凹陷　糯性　无色
　　　＋sh　＋wx　＋c　｜　shsh　wxwx　cc

测交后代的表现型	据测交后代的表现型推知的F_1配子种类	粒数	交换类别
饱满、糯　性、无色	＋　wx　c	2 708	亲本型
凹陷、非糯性、有色	sh　＋　＋	2 538	
饱满、非糯性、无色	＋　＋　c	626	单交换
凹陷、糯　性、有色	sh　wx　＋	601	
凹陷、非糯性、无色	sh　＋　c	113	单交换
饱满、糯　性、有色	＋　wx　＋	116	
饱满、非糯性、有色	＋　＋　＋	4	双交换
凹陷、糯　性、无色	sh　wx　c	2	
总　数		6 708	

由表可以看出，这三对基因不是独立遗传的，而是连锁的。因此有必要进一步确定它们在染色体上排列的顺序。办法是把数目最多的亲本型和数目最少的双交换型进行比较，有差异的那对基因便位于中间，这是因为双交换正是把中间的基因换了。双交换类型所占总数的百分数，就是双交换值。两个单交换类型所占的百分数，分别加上双交换值，就是两个单交换的交换值。三点测验测定的该三对基因的顺序和交换值见图1。

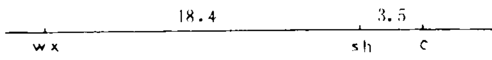


图1　玉米wx、sh和c基因顺序及交换值

基因所属连锁群（或染色体）的测定

单体测定法　（见**单体**）

三体测定法　在二倍体植物中，单体和缺体都不能存活，三体可以存活。可以用三体来测定基因所属的染色体（见**三体**）。

某种生物的一系列基因经所属染色体的测定和在染色体上位置的测定后，就可以按连锁群将各基因依顺序和交换值绘制成连锁图。玉米有10对染色体，就

有10个连锁群(见图2)。在连锁图中，把最先端的基因当作0，依次向下排列。

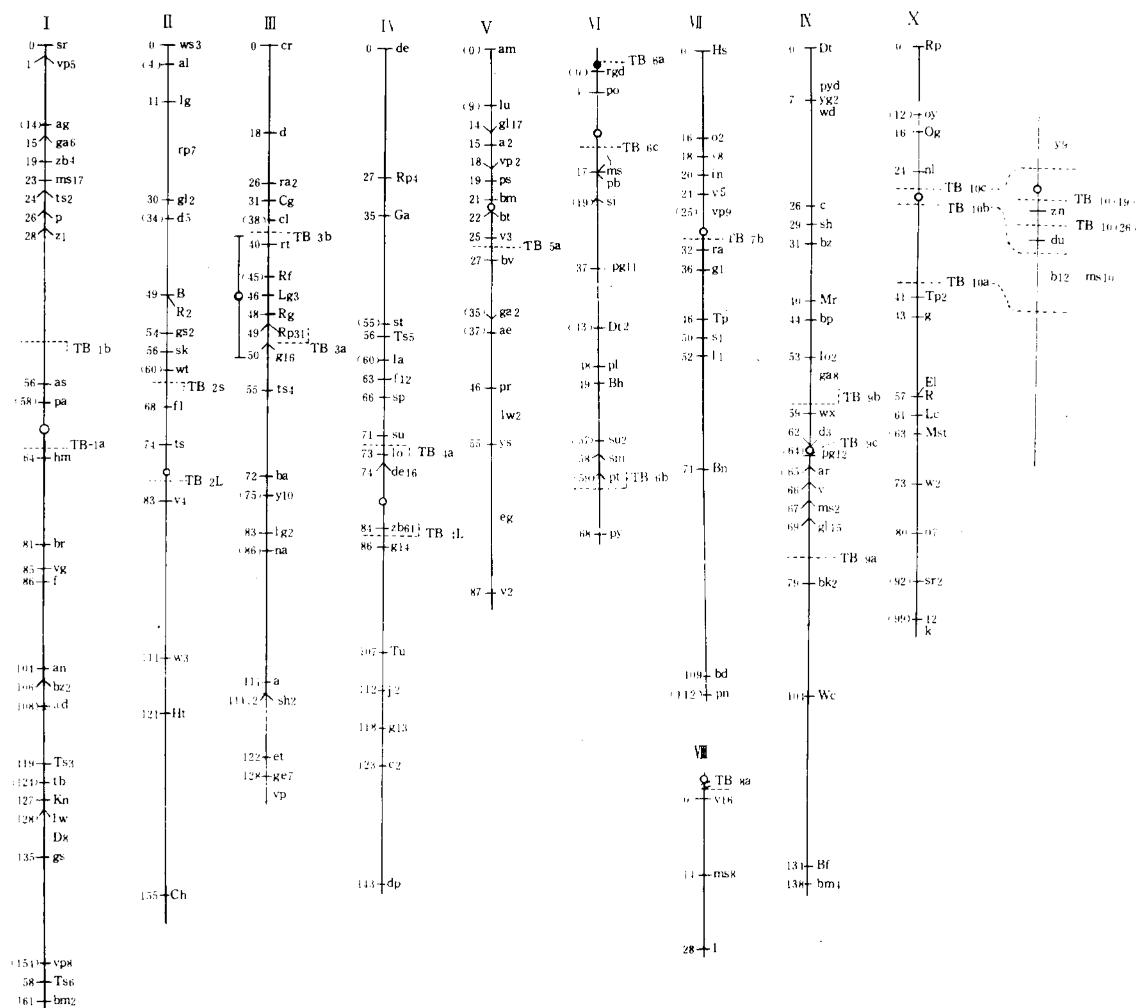


图 2 玉米连锁群

(沈克全)

基因工程 见遗传工程。

基因资源 见种质资源。

机械插秧 (rice transplanting with machine) 利用机械把稻苗移栽到本田的作业。中国于1953年开始研究并使用水稻插秧机械，到1979年南方13个省(自治区)机动插秧机的拥有量为6.7万台左右，机械插秧面积占水稻面积的0.3%。日本自1967年研制成功带土小苗移栽及其配套机械后，发展很快，到1978年机插面积达总稻田面积的86%左右。朝鲜民主主义人民共和国已基本普及机械插秧。

机械插秧比人工手插的效率显著提高。如单纯以栽插工效比较，人力插秧机比人工手插高3倍，机动插秧机比人工手插高10多倍。由于栽插适时，密度有保证，有利于形成较多的穗数，一般可比人工手插的增产10%左右。机械插秧的缺点主要是容易发生漏插和漂秧、伤秧和钩秧现象也较重，对水稻返青有一定影响。机插盘育带土秧，以上缺点基本可以得到克服。

机械插秧，按其秧苗大小，可分为大、中、小苗机插，各有其优缺点。机插大苗的优点是适应中国水稻产区的栽培习惯，应用范围广泛，对育秧技术无特殊要求，对田面平整度的要求也不很高。但由于大苗育秧和拔秧洗根两个环节的机械化不配套，劳动效率不很高，伤秧和钩秧也较重。小苗盘育秧与机械插秧相配套，省去了拔秧工序，减轻了运秧、装秧工作量，使机插工效成倍提高。而且小苗生长整齐，秧根长短适度，机插质量好，伤秧与钩秧率较低。但是，由于

小苗必须短龄移栽，不完全适应多熟制条件下迟茬口稻田的需要，在应用上有一定局限性。同小苗相比，机插中苗的适应性有所增大，对稻田平整度的要求也不如小苗严格。但盘育中苗，其播种密度要比小苗降低，从而会增加育秧成本。 （蓝泰源）

鸡脚草（cock's foot） 禾本科鸭茅属的一个种，学名*Dactylis glomerata* L.，多年生牧草。又名鸭茅、果园草(orchard grass)。原产于欧洲、北非及亚洲温带地区。欧洲、非洲高原、北美东北部、南美、大洋洲及亚洲等地均有栽培。中国湖北、湖南、四川、云南、新疆各地均有分布，是适于南方高山高原和长江流域中下游一带种植的牧草。

根系发达，入土深可达1米；茎丛生，株高1～1.3米，全株光滑无毛，蓝绿色，茎基部扁平；基叶多，秆叶少，幼时折叠，叶长而软，叶鞘封闭，叶面及边缘粗糙，中脉突出，断面呈"∨"形，无叶耳，叶舌膜质，明显，顶端撕裂；圆锥花序，长5～15厘米，直立，开展，小穗两侧压扁，密集于分枝的一侧，簇生，形似鸡足，因而得名。每小穗含小花2～5朵，绿色或稍呈紫色，异花授粉；种子较小，微向一侧弯曲，外稃背部呈龙骨状，脊上粗糙或具纤毛，顶端具长约1毫米的短芒。千粒重1克左右(见图)。


鸡脚草

喜温和湿润气候，昼温21℃，夜温12℃为地上生长最适宜温度，低于5℃，高于28℃对生长均不利。耐荫能力为一般牧草所不及，可在果树下生长，故又名果园草。宜湿润而肥沃粘壤土或沙壤土，尚能耐旱、耐瘠、略能耐酸，不能耐碱。苗期生长慢，又易受冻害，秋播宜早，每公顷播种量12～15千克，覆土应浅。增施氮肥可明显提高产草量，常与大叶形白三叶、红三叶、紫苜蓿、黑麦草、苇状羊茅等混种。长成以后，多年不衰，草料产量则以播后两三年为最高。宜在刚抽穗时刈割，迟则影响再生与草料品质。每公顷产鲜草在45吨左右，高产者可达75吨。每公顷产种子约450千克。鸡脚草具有寿命长，生长早，再生性好，耐牧性强等优点，刈收兼宜，是建立永久性人工草地的重要牧草。鲜草含干物质21.2%，粗蛋白质2.8%，粗脂肪0.8%，粗纤维6.0%，无氮浸入物8.6%，灰分3.0%。 （梁祖铎）

鸡眼草（common lespedeza） 豆科鸡眼草属的一个种，学名*Kummerowia striata* Schindl.，一年生草本植物。又名掐不齐、公母草。作牧草和保土用。原产亚洲东部，中国、日本、朝鲜分布较广。

根系发达，支根多，入土不深；株高15～40厘米，茎分枝多，有稀毛，匍匐或倾斜生长，有明显的节，节被膜质托叶所包；三出复叶，小叶长椭圆形，先端钝圆或稍凹入，有时尖头基部渐狭，全缘，表面为青绿色，背面灰绿色，疏生短细毛，有明显的叶脉为羽状，有叶柄，小叶柄则很短或无；托叶膜质，卵形，先端尖，具多数平行脉纹。花簇生在叶腋，一般为单生，色淡红或紫红；花萼为钟状，略扁，裂齿披针形，比荚长。荚卵形或近似圆形，先端钝(见图)。



鸡眼草

喜温暖气候，不耐霜冻。对土壤要求不严，在排水良好的地方均可生长，富含钙质的土壤或粘壤土最适宜。具有较强的耐酸、耐旱和耐荫性。一般都行春播。秋季成熟的种子落在土壤上，第二年即可发芽生长，以建立长期草地作多年生利用。种子产量220千克/公顷左右，鲜草产量每公顷15～75吨。开花期草含干物质28.5%，粗蛋白质3.6%，粗脂肪0.6%，粗纤维12.9%，无氮浸出物9.0%，灰分2.4%。 （杨运生）

稷 见黍。

《加拿大植物科学期刊》(*Canadian Journal of Plant Science*) 英文或法文，加拿大农艺学会、园艺学会(Canadian Society of Agronomy, Canadian Society for Horticultural Science)联合会刊。刊登农作物和园艺作物的科学研究论文。季刊，每年4期一卷，每卷约800页。小16开本。由加拿大农业研究所(Agricultural Institute of Canada)印行。 （卜慕华）

加速世代（generation advancement） 利用异地自然条件或温室，结合应用理、化处理，加速农作物杂种世代进程，从而缩短育种年限，提高育种效

率的一种综合技术程序。从广义范围讲，**单倍体育种**技术也是一种重要的提高育种效率的技术。通常，农作物常规育种一年只能递增一代，从杂交开始到育成一个优良品种用于生产，一般需要10年左右时间，**远缘杂交**则更长。同时，由于病害的蔓延，病原菌生理小种的不断变异，大大缩短了新品种在生产上使用的时间。因此缩短育种年限，加速新品种选育的要求显得更加迫切了。

概况　1939年有人提出加速世代进程的技术设想，40年代末期N. E. **勃劳格**在墨西哥利用自然条件进行小麦异地加代的试验获得成功。50年代以后世界上许多国家都广泛开展了异地加速世代育种，技术也日臻完善。

利用异地自然条件加代可以大规模繁育：中国利用低纬度的广东、云南省温暖的冬季冬繁小麦、水稻、玉米等作物。利用江西省高海拔山区凉爽的夏季夏繁小麦、马铃薯。利用黑龙江省早春能使冬小麦通过春化阶段的特点，春繁冬小麦。美国将明尼苏达州或北达科他州夏季收获的小麦，送到低纬度的加利福利亚州或墨西哥州进行冬繁；墨西哥"**国际玉米小麦改良中心**"将索诺拉州收获的小麦送到墨西哥城附近的托卢卡夏繁。异地加代繁育还有可能选出具有广泛适应性的育种材料，如墨西哥小麦，由于异地繁殖的结果，对光照极不敏感从而具有广泛的适应性。但限于条件，异地繁殖一般一年只能繁育2～3代（含当地育种圃）。利用温室，特别是设备完善的人工气候箱，则可一年繁育更多世代。60～70年代日本利用人工气候箱，一年可繁育冬小麦4～5代，春小麦6代，水稻3～4代。其它作物如烟草、甜菜、马铃薯、油菜等人工气候条件下加代也都取得进展。

主要技术　作物的生长发育与温度、光照等生态条件有着密切关系，无论采用哪一种加代方法都必须满足生育期间，特别是春化与光照阶段的温、光条件，才能有效地缩短生育期。欲达到一年多代的要求需注意以下技术环节的综合运用：

种子处理　具有休眠特性的种子，特别是刚收获或提早收获未成熟的种子，必须打破**休眠**之后方能进行加代。不同作物或同一作物不同品种的休眠期不同，种子处理的方法也有所不同。有的品种休眠期很短，只需晒种提高发芽率即可。休眠期长或未成熟的小麦种子可用0.5%双氧水浸种24小时或用29%浓双氧水浸种5分钟，亦可用37℃高温处理2天；籼稻种子可先干燥2～3天，再在50℃条件下处理5天。粳稻只要充分晒干、一般无明显休眠现象。有的作物种子皮厚，需处理后才能发芽。如甘薯的种子需用浓硫酸浸1小时或用刀割破种皮在20℃水中浸种20小时。除种子处理外，也可采用离体胚培养技术，免除休眠期或缩短休眠期。

春化处理　要使加代作物从营养生长阶段尽快进入生殖生长阶段必须进行春化处理。春化的方法一般可采用种子春化，但幼苗春化可缩短近一半时间。多数作物的春化可在0～15℃的温度范围内完成，处理天数一般为10～60天。冬小麦一般经0～5℃，35～50天通过春化。春小麦只要5～20℃，5～15天即可春化。水稻在15～30℃范围内可以完成；棉花则需25～30℃，5～12天。

由于冬性或强冬性小麦通过春化的温度低，时间长，加代之前必须进行春化处理，这是加代成功与否的关键。

光照处理　不同作物对光照条件要求不同，小麦属长日照作物，延长光照或连续光照可显著促进发育，光照时间太短就会影响发育。不同品种对光照条件反应又有迟钝和敏感之别，迟钝型在8～12小时光照条件下能够抽穗，敏感型则需高于12小时的光照才能抽穗。水稻的早熟品种在缩短或延长光照条件下，抽穗期变化不大，晚熟品种则反应敏感，只有在短光照条件下才能促进抽穗。在温室或人工气候箱加代情况下，根据品种特性调节光照长短，可以达到提早抽穗、成熟的目的。

除光照长短外，光质、光强、光周期次数以及温度、水分、营养条件等也会影响光照的效应。只有以这些条件的最佳值满足作物的需要，才能达到一年繁育更多世代的目的。

栽培管理　在加代过程中要掌握好水肥管理，防止氮肥过多，造成贪青晚熟，增施磷肥可以加速发育促进成熟。控制灌水有利于光照阶段的进行和加速灌浆，促进早熟。由于温室（人工气候箱）使用面积有限，国内外多采用一粒传法，扩大群体、高度密植，提高温室的利用率，再者，密植还可以促进早熟。

选择　在加代进程中，杂种群体从F_2～F_4或F_2～F_7都是连续处于上述自然的或人为的特殊条件下，丰产性状不易充分反映出来，而且会使某些遗传性状得到加强，从而出现某些遗传偏倚，因此，在加代条件下，对杂种后代是否进行选择，看法很不一致。一般认为尽管在加代条件下杂种后代表现差异较大，但仍有一定的规律可循，只要掌握性状遗传力的大小和在不同条件下表现的差异，了解杂种和亲代的特征特性，针对不同目标性状采取不同的选择尺度，是完全可以选择的。

除上述加速世代技术以外，单体育种技术也是一种重要的有效的加速育种技术。不仅可以大大缩短育种时间，还可提高选择效率。以小麦、水稻为例，从理论上讲，比常规育种法可提高选择效率2^n倍（n为不同等位基因的数目）。由于单倍体技术不仅需要一定的技术和设备条件，同时有些技术细节也有待进一步提高，因此尚未广泛成为农作物的一种常规育种技术。但是，这种技术无疑具有非常广阔的前景。　（杜振华）

假菠萝麻 龙舌兰科龙舌兰属的一个种，学名 *Agave angustifolia* How.，多年生草本，别名短叶龙舌兰。原产墨西哥，印度野生分布很广，中国广东南部和广西部分地区均有分布，多处于野生状态。

叶片多、短、薄，长40～60厘米，宽6～8厘米，厚4～5厘米，边缘有钩状小刺，嫩叶表面有蜡粉。开花期5月至7月，花轴短，高3～5米。圆锥花序，花蕾长3～4厘米，花小，花后结蒴果，同时长出珠芽。蒴果约1 000个，珠芽约700个。

叶纤维白色至淡黄色，有光泽，生命周期10年以上，总叶数800～900片，单株年长叶90～100片，纤维率1.0～1.3%，每公顷产干纤维900～1 000千克，强力60～70千克/克·300毫米，低于剑麻和马盖麻，高于番麻。

叶汁含海柯吉宁、替柯吉宁和绿莲吉宁等皂甙元，可制贵重药品。由于叶片短而薄，产量较低，强力差，叶缘有刺，加工不便，迄今热带植麻国家尚无大面积栽培。中国南部地区少量种植用作围篱、打绳或结网。

（曾友梅）

假设测验 (test of hypothesis) 用试验或调查的样本结果来推断对总体的统计假设可否接受的一种数学方法，也称显著性测验。统计假设通常指对总体的一个或多个参数所作的假设。至于这种假设是否可以接受，应依一定概率水平的保证来作推断。

在统计方法上，一般将被测验的统计假设称为无效假设，记作H_0。"无效"是指"无效应"。例如，指处理间无本质差异。设立这个假设仅仅是为了导入一个可以计算累积概率的抽样分布，以便在一定的概率水平上作出统计推断。如果测验结果，H_0被否定，就需要接受另一个或另一组相对应的备择假设，记作H_A，例如，处理间有本质差异。所以在进行假设测验时，除无效假设外，还必须事先确定备择假设并规定作出推断的概率水平。备择假设不同，在一定概率水平上接受或否定统计假设的范围也不同。

假设测验的方法因有关统计数的抽样分布而不同，常用的有**u测验**、**t测验**、**F测验**、**χ^2测验**、**非参数测验**等，分别适用于测验不同性质的对象。

以两个大样本平均数差数的假设测验（如测验两个小麦品种单产有无本质差异的u测验）为例，假设两个样本的总体平均数相等，即H_0:$\mu_1=\mu_2$；其相对应的备择假设为两个总体平均数不等，即H_A:$\mu_1\neq\mu_2$。如果测验结果，两个样本平均数差数的绝对值超过其差数标准误的1.96倍，就可以冒5%错误的风险来否定H_0而接受H_A。这里差数绝对值等于或大于1.96倍差数标准误的数值范围称为否定区，而小于这个数值的范围则称为接受区。两个样本平均数的差数如果落在否定区内，就否定无效假设。反之，如果落在接受区内，就接受无效假设。假设测验的这种推理方法，其依据是小概率的实际不可能性原理。即概率很小（如0.05以下）的事件在一次试验中基本上是不会出现的。如果根据无效假设某事件出现的概率很小，但在一次试验中竟然出现了，就可以否定无效假设而接受备择假设。

假设测验中，用以作为接受或者否定无效假设分界线的小概率值称为显著水平，记作α。农业研究常用的α值为0.05及0.01。通常用前者作为显著标准，后者为极显著标准。试验实得的概率值$p>\alpha$便接受无效假设，称为差异不显著；$p\leqslant\alpha$便否定无效假设，称为差异显著（或极显著）。

必须指出，接受一个统计假设并不等于这个假设是正确的。因为假设测验是以一定概率水平为推断基础的，在作出推断时可能发生两种类型的错误：Ⅰ型错误，即H_0是真实的而测验结果却被否定。这种错误也称α错误，因其出现的概率就是研究工作者事先确定的α。Ⅱ型错误，即H_0是不真实的而测验结果却加以接受，这种错误也称β错误，其概率不能事先加以规定。在样本容量不变的情况下，Ⅰ型错误概率的降低必然伴随着Ⅱ型错误概率的提高，而降低Ⅱ型错误概率也必然带来Ⅰ型错误概率的提高。如果要使两种类型错误同时减少，则必须加大样本容量，并获得一个较小而无偏的标准误。再者，差异显著仅仅说明差异的真实性，不一定都具有实用意义或价值。

无效假设与备择假设应是互斥的，否定无效假设便接受备择假设。如两个随机大样本平均数差数的假设测验，H_0:$\mu_1=\mu_2$，H_A:$\mu_1\neq\mu_2$。备择假设$\mu_1\neq\mu_2$代表两种可能性，即$\mu_1>\mu_2$或$\mu_1<\mu_2$。因而假设测验推断的概率水平也应包括正态曲线左、右两尾两个否定区概率的总和。这种测验称为双尾测验。有时研究者在否定H_0后所关心的H_A只是$\mu_1>\mu_2$，即H_0:$\mu_1\leqslant\mu_2$，H_A:$\mu_1>\mu_2$，则推断的概率水平只应包括抽样分布曲线右尾否定区的概率。若所关心的只是H_0:$\mu_1\geqslant\mu_2$，H_A:$\mu_1<\mu_2$，那末推断的概率水平只应包括抽样分布曲线左尾否定区的概率。这类测验称为单尾测验。

（范　濂）

间苗 (thinning) 农作物出苗后，按一定距离拔除多余幼苗的管理技术，也称疏苗、开苗、稀苗或匀苗。经间苗后保留下来的幼苗，健壮，分布匀称，而且每株幼苗有足以长成壮苗的营养面积，生活力和抗逆性强，光合生产率高，能早熟、高产。间苗对异花授粉与常异花授粉作物更有特殊的意义。

间苗时，要坚持间杂苗留纯苗，间小苗留大苗，间弱苗留壮苗，间病苗留健苗，间劣苗留好苗，间密处留稀处等原则。这样，最后才能得到生长均匀、苗壮、高矮一致的纯苗。为高产打下良好的基础。间苗的主

要作用有：①去杂、去劣、选优、保纯；②制止病虫害的蔓延，因为间苗时一般都是见病虫苗就拔，并将拔出的苗集中带出田外销毁，对制止病虫害的蔓延有一定作用；③减少田间养料、水分的浪费，将有限的养料、水分集中供给保留下来的幼苗，促其迅速长成壮苗。

为了充分发挥间苗的作用，间苗时间宜在适期中求早。间苗过迟，由于密度过大，幼苗得不到充足的光照、水分、养料、空气，横向生长没有余地，只有向空中发展，形成瘦弱徒长苗（又称线苗），严重的还造成大量死苗，并导致病虫害的蔓延。因此，间苗应从幼苗出土时就开始。为了保证全苗，在苗期灾害性气候出现频率高、病虫害较严重、劳力较充裕的地区，最好随幼苗逐渐长大而分多次进行间苗，反之，可少间几次。每次间到幼苗叶不搭叶时为止。一般作物大都在3～5片真叶时定苗，即最后一次间苗。发现断垄、缺株等现象时，要及时移苗补栽。间苗时应注意不损伤邻近的幼苗。（张秀如）

间歇灌溉 (intermittent irrigation)　在两次淹水之间使稻田维持一段无水层土壤湿润状态的一种灌排方式，俗称“干干湿湿”或“前水不见后水”。主要用于地势低洼的冲积或湖积平原，以及山区丘陵地区中峡谷地带的水稻土，如圩田、湖田、沤水田和冷浸田等。这类稻田一般地下水位高，排水不良，灌溉水层和地下水面常相连接，稻田通透性极弱，土壤水分长期处于饱和状态，水冷土温低，土体呈灰色或蓝绿色，土粒分散无结构，水、肥、气、热状况不良，还原性物质含量高，水稻生长往往受阻。因此在灌排方式上必须以增温增气为前提，实行间歇灌溉，除在返青期和孕穗期保持水层外，其余各生育期间都保持田土干干湿湿，以改善其冷性及强烈还原状况。如灌溉水温低还应通过晒水田或回水沟，使水晒暖后再灌入田中。随着施肥水平和产量水平的提高，对于土层深厚、肥力高的稻田也有采用间歇灌溉的，以利于更新土壤环境，增强根系活力，并控制无效分蘖和促进茎秆健壮，降低棵间湿度减轻病害发生，同时也可避免一次重晒田对水稻生育的不良影响。

间歇灌溉法一般要求水源充足，灌排渠系配套，田面平整，田间还应该开好围沟和丰产沟，做到灌排自如。此外，由于稻田经常处于无水层的湿润状态下，许多杂草容易发芽繁殖，还必须注意防除杂草。

（李成荃）

间作 (intercropping)　在同一块田地上于同一生长期内，分行或分带相间种植两种或两种以上作物的**种植方式**。一年生作物可在多年生林木作物行间完成其生育期，如小麦与泡桐相间种植，习惯上也称为间作。间作与单作不同，单作是同种作物的单一群体，个体间只存在种内关系，间作则是不同作物在田间构成人工复合群体，个体之间既有种内关系又有种间关系。间作与套作（见**套作**）的区别在于间作时，不论间作作物有几种，皆不计复种面积；而且间作的作物共生期长，其中，至少有一种作物的共生期超过其全生育期的一半。间作是集约利用空间的种植方式。

发展与分布　在中国，公元前1世纪的西汉《氾胜之书》中已有“又可种小豆于瓜中”的记载。公元6世纪的《齐民要术》中有桑与绿豆、小豆，谷子间作的叙述。宋、元以后间作有一定发展，至明代《农政全书》中又有麦豆间作、棉薯间作的叙述。20世纪50年代，玉米与豆类间作在中国各地已较普遍。60年代以来，间作发展迅速，面积扩大，类型繁多。在世界范围内，间作广泛分布于非洲、拉丁美洲和亚洲。在非洲，间（混）作是农业的传统特点，以豆科和禾本科作物间（混）作最为普遍。在拉丁美洲，除普遍采用豆科与禾本科作物间作外，还有禾本科作物之间的间作，多年生作物与一年生作物的间作。在亚洲，印度、越南、菲律宾的间作类型也很多，有高矮作物间作，不同生长期的禾本科作物间作，多年生作物与一年生作物间作等。美国、日本为了减轻山丘地区的风蚀和水土流失，沿等高线实行带状间作等。

类型和方式　在中国可概括为下述几种类型。

禾本科作物与豆类作物间作　禾本科作物主要是玉米、高粱、甘蔗，豆科作物有大豆、绿豆、菜豆、红小豆、豇豆、花生等。尤以玉米与大豆间作方式分布较普遍。此外，在南方的沿江河平原棉区，还有冬小麦与蚕豆间作，将蚕豆做为麦行中套种棉花的前作。

禾本科作物与非豆科作物间作　有玉米、高粱与薯类作物、其它禾本科作物间相互间作等。玉米与甘薯间作，以山东省的面积较大。春玉米与马铃薯间作主要分布在华北及辽宁等地区，近年在湖南、云南、贵州、甘肃、四川等省的冷凉山区也有所发展。

经济作物与豆类、薯类作物间作　这种类型在南、北方棉区都有分布。如四川的棉花与花生、甘薯间作，湖北的棉花与大豆间作，华北的棉花与花生、豆类、甘薯、马铃薯间作等。烟草与花生、甘薯间作主要见于北方烟草产区，广东也有采用冬烟与小麦间作的。甘蔗与大豆、花生、绿豆、甘薯间作，主要分布于主产甘蔗的广东、福建、广西、台湾诸省（自治区）。

薯类与豆科作物间作　如甘薯间作大豆、绿豆、花生、芝麻，在南方和北方都有分布。木薯间作大豆、绿豆，盛行于广东的潮汕平原。

粮食、经济作物与绿肥（饲料）间作　冬作麦类与苕子间作在南、北方都有，但以南方居多。春、夏高秆作物与绿肥间作，如玉米间作田菁、柽麻、绿豆、猪屎豆、草木樨，在南、北方也有少量分布。南方棉区

还可见到棉花与柽麻、田菁、绿豆、草木樨等夏季绿肥作物间作，待绿肥生长一个月左右后压青。

含有蔬菜的间作　一般是结合小麦、玉米一年两熟方式，蔬菜与小麦或玉米间作，或与小麦、玉米间作，形成两粮一菜，如小麦间作菠菜、大蒜，收菜后套种玉米，或小麦收获后，在玉米行间栽培芸豆、豇豆、黄瓜；两粮两菜，如小麦间作菠菜、大蒜，麦收后于套种的玉米行间再栽种各种蔬菜。棉花与大蒜间作，在南、北方棉区常有分布。

农林间作　指在农田内栽种枣树、泡桐、桑树等木本作物。农枣间作盛行于中国北方。农桐间作在河南、山东、河北、安徽等省多采用。农桑间作多分布在长江流域诸省。

增产原理及技术要点　间作的复合群体中，不同作物种间存在着协调互补和矛盾竞争的双重关系。间作只有在可能发挥复合群体内的有利关系，抑制不利关系，并协调种内竞争时，才能比单作增产。间作的种间协调互补关系主要表现在：①地上部呈分层性，有助于对阳光吸收利用，从而能使种植密度增加，充分利用空间，提高光能利用率。②不同深度的根系形成对地下矿质营养元素的多层次与不同数量、比例的吸取，因而提高了对地力的利用；豆科、绿肥作物参与间作，还有利于弥补土壤中氮素的消耗。③间作中的高秆作物表现有边行优势。④抗逆性不同的作物组合有利于稳产保收。⑤复合群体内田间小气候的改变，有可能使某些病虫的危害减轻，可利用作物种间代谢分泌物的有利关系。⑥加大地面覆盖度可减轻风蚀、水蚀。在坡地上应用有显著的保土作用等。与此同时，间作的作物种间也存在着矛盾竞争关系，主要表现在高矮作物间作时矮秆作物被遮荫，而在边行上却呈显劣势；根系对水肥竞争能力弱的作物，营养状况受到不良影响；田间小气候和生态环境的改变也有可能反而使某些病虫害蔓延；某些作物种间的代谢分泌物的不利因素能抑制间作作物的生长。

因此，在搭配间作的作物时，为调整好不同作物之间的相互关系，应掌握以下主要技术要点：①选择适宜的作物种类和品种。尽量将株高、株型、叶宽、叶片角度、根系深浅等形态不同和喜光、耐荫、耐旱、耐湿等生态特性不同的作物组合在一起。尽可能选用少遮荫或耐荫的类型，减少空间和地下的种间竞争。②确定合理的田间配置。间作的种植总密度要高于相同种植面积的单作，以发挥间作密植效应。为此可采用宽窄行等种植形式。同时，要安排好各种作物的行比，以及不同作物间的距离，争取有较好的通风透光条件。③要有一定的水肥保证。针对不同作物的生长发育特性进行栽培。

参考书目

沈学年、刘巽浩等编著：《多熟种植》，农业出版社，北京，1983。

（李凤超）

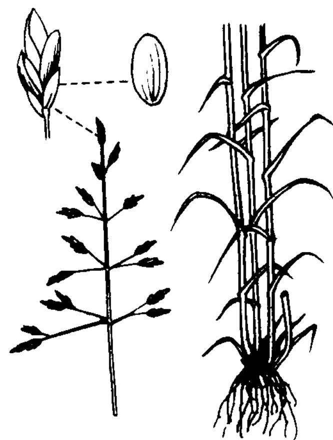
间作稻 (intercropping rice)　早稻生育前期在行间栽插晚稻的一种双季稻栽培方式。又名嵌稻、秧禾。间作稻始于中国华南地区，早在14世纪的《农田余话》中曾明确记载在闽、粤及浙江温州一带，已有"稀行密莳"的间作稻栽培。直到1949年在长江流域及其以南地区仍保留了相当大的间作稻种植面积，其后随着水肥、品种、栽培技术等条件的改善，各地相继改间作稻为连作稻，到60年代后期已无存在。

虽然间作稻因早、晚稻一度共生在一块田里，矛盾较大，增产潜力受到一定限制，但在历史上曾对农业发展起过积极作用。

（方宪章）

碱茅　禾本科碱茅属中的一个种，学名*Puccinellia tenuiflora* (Turcz) Scribn & Merr，多年生草本植物，为牧草作物。又名星星草。在中国东北、西北、华北有野生分布。

株型较小，高30～60厘米，茎直立或基部略膝曲；叶片长3～7厘米，通常内卷，叶面微粗糙，叶背光滑，灰绿色；圆锥花序，开展，长8～18厘米，小穗含3～4朵小花，颖与外稃质地薄，颖果纺锤形，成熟后紫褐色。种子千粒重0.7克左右（见图）。



碱　茅

适应性强，喜湿润和盐渍性土壤，耐碱、抗寒、抗旱，在天然草场常呈群落分布，是改造盐碱地的优良牧草。土壤pH为8.8时，仍能生长发育良好。碱茅种子细小，要求精细整地，播种时需要充分的土壤水分，故以雨季播种为宜。播后如条件不适，种子在土中休眠，第二年条件适宜仍能发芽。一般采用机械或人工条播，行距15～30厘米，每公顷播种量7.5千克左右，在碱性很强的碱斑草原上，宜灌水后播种，以降低出苗前后地表的盐碱度。茎叶较柔软，适口性好，可调制干草，也可放牧利用。干物质中含粗蛋白质16.17%，粗脂肪2.52%，粗纤维30.72%，无氮浸出物44.08%，灰分6.51%。

（洪绂曾）

剑麻 (sisal)　龙舌兰科龙舌兰属的一个种，学名*Agave sisalana* Perr。多年生草本。叶片似剑，故名。因纤维首次从墨西哥西沙尔港出口，又名西沙尔麻。原产墨西哥尤卡坦（Yucatan）半岛，1836年传入美



国佛罗里达，1845年传入西印度群岛，1893年传入非洲和亚洲，19世纪末引入巴西。1901年引入中国台湾，1928年传至海南省。曾在广东、广西、福建、云南、四川和浙江等省（自治区）南部试种和进行生产。

特征、特性　叶片莲座排列，挺直，剑状。青绿至黄绿色，长100～150厘米，宽10～14厘米，肉质，边缘无刺，间或有刺。叶面蜡粉少，开花期2月至3月，花轴巨大，高约6米，中部径粗8～15厘米。圆锥花序，花蕾浅黄绿色，长5～6厘米。花漏斗状，裂片6枚，雄蕊6枚，雌蕊1枚，子房下位，3室。蒴果（通常不能正常结实）长形。黑色种子80～100粒，扁平。落花后在花柄离层下方的芽点上长出珠芽2 000～3 000个。体细胞染色体数目有135、147和149三种，属五倍体（基数30），其杂交后代不育。

纤维粗硬，洁白，有光泽。束纤维长120～150厘米。纤维细胞长1.5～4.0毫米，宽20～22微米。纤维强力很大，85～90千克/克·300毫米。生命周期6～10年；叶数230～280片，单株年长叶30～40片；每公顷产干纤维1 100～1 900千克。叶汁含海柯吉宁(Hecogenin)、替告吉宁(Tigogenin)、红光吉宁(Hongguangenin)、海南吉宁(Hainangenin)和格珞里奥吉宁(Gloriogenin)等皂甙元。

适宜生长的气温为27～30℃，上限40℃，下限16℃，昼夜温差不宜超过7～10℃，适宜的年雨量为1 200～1 800毫米，在阳光充足、排水良好和中性到微碱性沃土中，生长茁壮。剑麻耐寒力较低，在低温阴雨季节中，日温差大于12℃时，易发生生理性叶斑病。

栽培技术　①采集健壮、长10～15厘米的珠芽，在苗圃中分级育苗。每公顷8万株，行株距50×25厘米或60×20厘米，便于中耕，施腐熟麻渣肥，一年半中除草8～10次。②在苗圃中培育一年半，苗高35～45厘米重约1千克时，挖苗剪干叶、去枯根，随挖随种。植穴深7～8厘米。③种植密度，肥力中等的麻田，每公顷种植5 000株，双行定植，大行距3～4米，小行距1.2米左右，株距0.7～1米；新垦肥沃土壤每公顷种植6 000株；干旱、瘦瘠麻田，每公顷种植4 000株。④幼龄期，大行间间种直立性豆科覆盖作物，扁豆、灰叶豆(*Tephrosia candida* DC.)、木豆、豇豆等。⑤麻田每公顷施50吨腐熟麻渣作基肥，与化肥混合使用；施硫酸铵200～400千克，过磷酸钙300～400千克，氯化钾100～150千克。剑麻喜钙，酸性红壤麻田每公顷施石灰1 500千克，乃至5吨。此外适量施镁肥白云石灰。⑥东非产区主要虫害为剑麻黑象甲*Scyphophorus interstitialis*，可用艾氏剂(Aldrin)喷洒植穴周围，或用狄氏剂(Dieldrin)溶液淋杀。中国常见病害有茎腐病(Bole rot)，日灼病(Sun scorch)。⑦苗圃除草用茅草枯(Dalapon)，大田用西玛津(Simazine)、敌草隆(Diuron)、2，4－滴、二甲四氯(MCPA)、草甘膦(Glyphosate)等除草剂喷杀。

迄今世界植麻国家均用人工割叶，东非用短柄大刀，中国用无锯齿锋利小镰刀割叶，自下而上逐片收割。剑麻定植后2～3年开始割叶，此时叶片约70～80片，长约100厘米，为第一次最适收割期，之后每年割一次，留叶20～25片。

加工　剑麻加工包括制麻和制绳。

人工制麻　采用冷水浸叶法，其工艺流程如下：

鲜叶→去顶刺→压榨→浸水→锤打、漂洗→晒麻→分级→打包

机械制麻　世界上大面积种植剑麻，基本上达到自动化。制麻先将叶片横排在传送带上通过削尖机削去顶刺，再经刮麻机刮去叶肉，冲洗（用半自动化罗拉型刮麻机刮麻，经过锤打机锤打，冲水洗去胶质），用压水机压水后，送入烘干机烘干或晒干，经打光机去杂打光，分级，打包。其工艺流程如下：

鲜叶→削顶刺→刮麻→锤打＋冲洗→压水→干燥→打光→分级→打包

制绳　制绳的工艺流程如下：

纤维→发酵（喷软麻油）→理麻→并条→纺纱→制股→制绳→包装

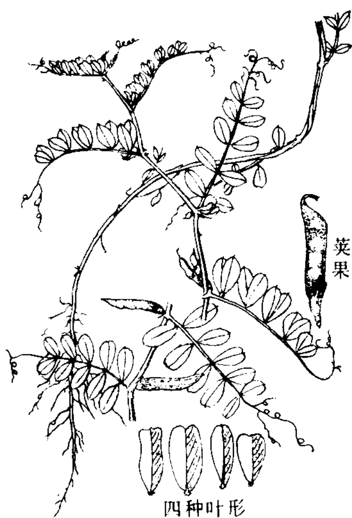
综合利用　剑麻主、副产品为国防、工矿、渔航、农商、医疗卫生等事业不可缺少的物资。主产品长纤维用于制绳、钢丝绳芯、结网，供海防、渔航、工矿之用；亦可制成墙纸、剑麻布、抛光轮、太阳帽、钱包、优质麻袋等物品。纤维软化后可制成与化纤混纺衣料；纤维染色后可制成挂毯和蹭鞋垫；乱纤维可作沙发填料或絮垫；种条可捆扎牧草喂牛。叶汁可提取皂素(Saponin)，其中海柯吉宁和替柯吉宁等皂甙元，可制成甾体激素(Sterial hormone)，海柯吉宁可制皮质激素(Cutical hormone)、可的松(Cortisone)等药品，治皮肤炎、抗休克有效；亦可制培地米松(Betamethasons)等治疗风湿病和类风湿关节炎药物。替柯吉宁可制避孕药，也可制性激素黄体酮(Progestin)和睾酮(Testosterol)，治习惯性流产、月经痛等妇科病；叶汁可提龙舌兰蛋白酶(Agavain)，用于脱毛制革和从废胶卷回收白银；又可提硬蜡制磨光剂，提叶绿素制牙膏及日用品。麻头茎含己糖，粉碎后可发酵提炼酒精和回收纤维。剥麻厂排出废液，可发酵产生沼气。腐熟麻渣可培养草菇，亦可用作麻田优质长效有机肥料。

1983年世界剑麻收获面积56.7万公顷，单产678千克/公顷，总产38.4万吨。1983年世界剑麻等龙舌兰麻纤维出口量20.13万吨，价值9 283.5万美元。

（曾友梅）

箭筈豌豆 (common vetch)　豆科巢菜属的一个种，学名*Vicia sativa* L.，一年生或越年生草本。又名大巢菜、春巢菜、普通巢草、救荒野豌豆等，为优良的牧草和绿肥作物。原产欧洲和亚洲西部，世界各大洲都有栽培。中国在20世纪40年代引进，在西北各省以及长江流域种植，自60年代中期开始在全国各地引种栽培。

主根入土较浅，根瘤姜状或短棒状；茎枝柔嫩有棱，长1～2米；偶数羽状复叶4～7对，顶端有卷须，小叶长圆形或狭倒卵形，先端凹入，小叶轴延伸为一小尖突，呈箭筈状；花腋生于短总梗上，通常为2朵，多紫红色，少有粉红或白色，自花授粉；荚长3～5厘米，宽0.6～0.7厘米，成熟荚皮为棕黄色，每荚有籽4～8粒，种子扁圆，千粒重因品种而异，一般为40～70克，种皮多为青灰色，有大理石花纹，也有肉色、黑色、青色和黄色等(见图)。



箭筈豌豆

性喜冷凉湿润气候，耐寒品种能耐－12℃低温，一般品种在淮河以北越冬困难；抗旱性好，适于排水良好的石灰性壤土上栽培，肥地上种植，产量较高，pH4.5～8.2，含氯盐0.15%以下的土壤上可正常生长。在北方宜早春播种，高寒地区也可夏播，南方宜9月至10月秋播。作饲草或绿肥用，每公顷播量45～90千克；收籽的以22.5～60千克为宜。宜条播或点播，收草的行距30厘米左右，收种的50～80厘米，因茎细弱、蔓生，生长后期易倒伏，与禾谷类作物如燕麦、黑麦、大麦等混播，可提高产量。在多雨的南方，留种地用少量谷类作物混播作支架，可提高结荚率。在瘠地种植，应施用基肥或磷肥。在干旱地区，播后应注意保墒，在分枝、结荚期及刈割后侧芽萌发时，如遇旱，则要灌水；在潮湿地方种植，要开排水沟防渍，及时防治褐斑病 *Ascochyta pisi* 和轮纹斑病 *Botrytis fabae* 以及蚜虫 *Aphis* spp.、芫菁*Epicauta gorhami*危害。春播的种子在7月至8月成熟，秋播的在次年4月至5月成熟，成熟时有的品种易裂荚，故在果荚70%变黄时，及时收获。一般每公顷产鲜草22.5～60吨，种子2～3吨，在西北，产种高的可达7.5吨。饲用和肥用价值较高。其鲜草含干物质20.5%，粗蛋白3.8%，粗脂肪0.8%，粗纤维5.5%，灰分2.1%；可作牲畜和草鱼的饲料。鲜草中含N0.64%，$P_2O_5$0.10%，K_2O0.59%，水分69.7%。种子含干物质90.5%，粗蛋白29.5%，粗脂肪0.8%，粗纤维5.7%及钙、磷、铁等元素，是牲畜的优良精料。但种子含有氢氰酸(Hydrocyanic)，各品种含量不等，种子须经加热处理或粉碎浸泡，去毒素后，方可饲用或食用。　　　　　　　　　　　　　　　　（洪汝兴）

姜 (common ginger)　姜科姜属中的栽培种，学名*Zingiber officinale* (Willd.) Rosc.。多年生草本植物。别名均姜。以根茎入药，鲜品为生姜，干品为干姜。分布于亚热带地区。中国中部、西南部和东南部广为栽培，主产四川和贵州两省，产量较多，品质较佳，销售全国，并出口。此外，浙江、山东、湖北、广东、陕西等省也产。

株高50～80厘米。根茎肥厚，横生并分枝，表面淡黄色，有芳香和辛辣味。叶2列，无柄，叶片披针形至线状披针形。穗状花序，花冠管黄绿色。由于长期选育和栽培的结果，形成药姜和菜姜两大品种。药姜产区称为黄丝或黄口姜，是干姜的来源，其特点是淀粉多，纤维素少，断面色较黄，水分少，气味辛，外形拳卷叠迭，分枝多而节间密，结实饱满，晒干或晾干后，稍收缩，皱纹细密，棕黄色，质实。



姜

喜温暖湿润气候，不耐寒。遇干旱或强光直射，叶易枯萎；过分潮湿，根茎易腐烂。宜在土层深厚、疏松、稍有荫蔽、排水良好的砂壤土中生长。种姜发芽后成为老姜，其内部组织并不破坏；种姜发芽初期部分营养物质供幼苗生长。后来营养物质又可以从新植株中运回种姜。用根茎繁殖。11月采挖成熟健壮根茎窖藏作种姜，栽种前15～20天取出晒2～3天后，置于密闭保温的室内棚架上催芽，芽萌发后即可栽种，一

般在4月进行。把种姜分别切成25～50克的小块，每块上有一个健壮的芽，按行株距30×30厘米，挖穴深5～10厘米，栽下种姜并覆土。随着根茎的出芽和分枝的增生，根茎很快就暴露于地表，需及时培土。5月至7月中耕除草、施肥，各2～4次。病虫害有腐烂病；地老虎、蝼蛄等。12月下旬至翌年2月初收获。

根茎含挥发油，辛辣素即姜酚(Gingerol)以及分解产物姜酮(Zingerone)、姜烯酚(Shogaol)和多种氨基酸。味辛，性温。有解表散寒、温中止呕功效。用于风寒感冒、咳嗽、胃寒、呕吐。本品挥发油注射液用于治疗风湿性关节炎、类风湿性关节炎、关节痛、软组织伤痛等症。 （谭炳杰）

姜黄 见郁金。

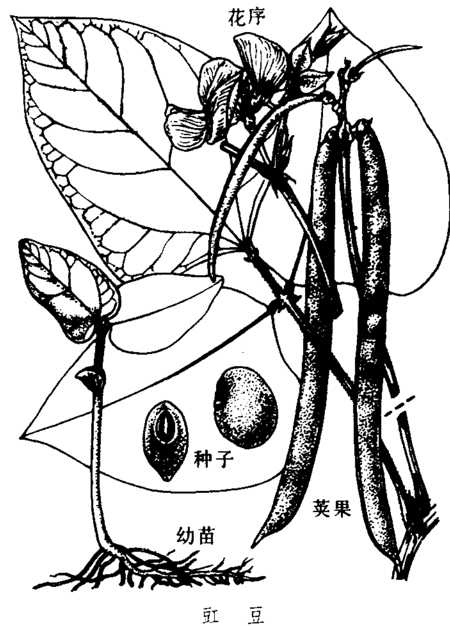
豇豆 (cowpea) 豆科豇豆属栽培种之一，学名 *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 一年生草本植物。别名：饭豆、蔓豆、泼豇豆、黑脐豆等。主要用作粮食、蔬菜，也作饲料和绿肥。

起源和栽培史 一种意见认为起源于西非，最早在西非和中非被驯化，印度是次生起源中心。在非洲形成了大粒类型，在印度形成了短荚豇豆亚种 *V. u.* ssp. *cylindrica* (L.) Verde 及长豇豆亚种 *V. u.* ssp. *sesquipedalis* (L.) Verde；另一种意见认为起源于非洲和兴都斯坦变异中心；1979年在中国云南省西北部地区发现野生豇豆 *V. waxillata* (L.) Benth. 而且分布很广。豇豆在新石器时代已有栽培，是世界最古老的作物之一。

分类 栽培的豇豆均属于一个种。染色体数2n＝22，也发现有少数材料2n＝24。根据荚的长短、荚下垂或上冲及其他特性，种以下分为三个亚种，即普通豇豆亚种 *V. unguiculata* sp. *unguiculata* Walp.，多为蔓生型，也有直立和半直立型。荚长10～30厘米，荚嫩时直立向上，以后下垂，种子近肾形。短荚豇豆亚种，植株矮小，多直立或半直立，荚长一般7～12厘米，向上直立，种子小，椭圆或圆柱形；长荚豇豆亚种即蔬菜用豇豆，茎蔓生，具缠绕性，荚长30～100厘米，下垂，荚壳有的皱缩，种子长肾形。此外，在西非还有一个特殊类型Textilis花梗纤维可作为纺织原料。

生产和分布 广泛分布于热带、亚热带和温带地区，以非洲最多，在热带非洲，豇豆是仅次于菜豆的一种重要豆类作物。主产国为尼日利亚，其次为尼日尔、上沃尔特、乌干达、埃塞俄比亚、突尼斯、中国、印度、菲律宾等。尼日利亚常年生产豇豆85万吨左右，约占全世界总产量的3/4；设在尼日利亚的国际热带农业研究所（IITA）在试验中曾获每公顷3 140千克产量。中国主要产地为山西、山东、陕西、河南、湖北、广西、河北、云南、四川、台湾等省（自治区）。

特征特性 主根强大，支根多，入土深，分布于距地表20～25厘米的土层内。茎匍匐或缠绕或直立，茎上有纵线条纹。三出复叶、互生。小叶卵形或菱卵形，叶柄长而无毛，总状花序，腋生，每一花梗上着生2～4朵花，多结两荚，左右对生，花较大，白或紫色。花梗基部有3片苞叶。荚长圆筒形，稍弯曲。嫩荚绿色，成熟荚黄、褐或紫色，每荚含种子6～16粒。百粒重5～30克。粒色有白、黄（橙）、红、紫、黑及各种花斑或花纹；种脐白色，脐环明显。



豇 豆

自花授粉，一般自上午5时到11时开花，以6时到10时开花最盛。因昆虫和气候影响，可发生杂交。为短日性作物。早熟类型对日照长短不敏感。喜温耐热，不耐寒，子叶出土、发芽最适温度为20～30℃，在35℃高温下仍能生长和结荚。适宜生长的月平均温度在21℃以上，对霜冻较敏感。比较耐旱、耐瘠薄，对土壤要求不严，适宜的土壤pH值为5.5～6.5。

种质资源和育种 美国、印度、尼日利亚等国对豇豆种质资源研究较多。美国保存约1 600份；国际热带农业研究所搜集约12 000份，其中野生豇豆200份。已育成直立、耐旱、高产优良品种，在非洲广泛种植。中国的短荚豇豆和普通豇豆资源均较丰富。还有一些短荚豇豆，搜集约1 600多份。短荚豇豆如广西壮族自治区的红豇豆、广州的白眉豆、云南省的朝天豆等。普通豇豆早熟品种生育期2～3个月，晚熟品种约5个月成熟。如河北省的大红袍、北京市的花脸红豇豆、山西省的白画眉、河南省的露水白等。中国主要利用地方品种，美国、印度等国家进行常规育种和杂交育种，育成品种有 Cream Lady、Bombay、Blackeyed、

Purple Hill、Brown Crowder等

栽培　中国的豇豆多与玉米、高粱、谷子、甘薯、芝麻等作物间作、套种或混作；也利用隙地栽培或种于果树行间。播种前应进行深耕和施基肥。4月至7月播种，有条播、点播和撒播。种植密度，单作时每公顷15万株左右，每公顷播种量30～60千克；作饲料或绿肥时播种量可增到75千克。

以基肥为主，磷肥的施用十分重要。豇豆根瘤菌固氮能力较强，每年每公顷一季可固氮约90千克，所需氮素的大部分可由根瘤菌供给，苗期施少量氮肥以补不足。充足的磷、钾肥可提高结实率和种子饱满度。也需要硼、钼、镁和硫等微量元素。在酸性土壤中施用石灰，能促进根瘤形成，并有利于钼的释放。

开花期较长，荚果成熟期不一致，需分次采收，也可在3/4的荚果变黄时一次收获。收获后应及时脱粒、晒干，并进行豆象防治。

主要病害有白粉病*Erysiphe polygoni*、锈病*Uromyces phaseoli*、*U. vignae*、叶斑病*Cercospora cruenta*、*C. vignicaulis*，还有花叶病毒病和黄花叶病毒病为害严重。重要虫害有蚜虫、豆荚野螟*Marcua testulalis*、豆象*Callosobruchs chinensis*，*C. maculatus*。

营养成分及用途　籽粒含蛋白质20～25%，脂肪1～2%，碳水化合物55～60%。豇豆极少含有胰蛋白酶抑制素、血球凝集素和引起肠胃气胀的有毒物和抗代谢物。籽粒一般用作主食，如与大米一起做饭或粥，也是制豆沙和作糕点的好原料；还可制罐头食品；豆芽蔬菜。茎叶营养丰富，其纤维比苜蓿的更易消化，是家畜的优良蛋白质饲料。豇豆枝叶繁茂，覆盖度高，也是优良的前作和绿肥。

（王佩芝）

蒋森草（johnson grass）　禾本科高粱属中的一个种，学名*Sorghum halepense* (L.) PERS.多年生草本牧草作物。原产亚洲南部及地中海沿岸。中国长江以南地区可以栽培。可作长期草地。

株高70～150厘米，叶片平展下垂，基部圆而稍狭，边缘较粗；叶鞘常比节间短；叶舌膜质，生有细毛。穗大散开，呈长圆形。小穗无柄或有柄，护颖与小穗等长，生丛状细毛，有脉纹数条，下护颖较阔，背部较平，先端钝有三齿，边缘向内卷，上护颖较狭，有脊。外颖透明，长度只有护颖的一半，形状长圆而宽，有二裂片，有软毛，生有易脱落的芒，芒的基部略弯曲，呈螺旋状（见图）。它喜温暖而夏季湿润多雨的地区，在中国南京地区，能安全越冬。对土壤的适应性较广，在肥沃的土壤上可获得较高的产量，如土壤瘠薄，则需要施用肥料才能生长良好。春、秋季均可播种，每公顷播种量23～30千克。因其以地下茎繁殖，草层建立以后，很难清除，一般均作长期地利用。在土壤易冲刷的坡地，是很好的保土植物。在适宜生长的地区，一年可刈割2～4次。刈割或放牧以后，根茎变细，密生于表土，易结成丛密的草地而阻碍新茎生长，所以需要耕破草层，促进再生，否则草料产量下降。蒋森草除了可以调制干草外，也可用做放牧、青饲或调制青贮料。干物质25.0%，其中含粗蛋白质3.6%，粗脂肪0.7%，粗纤维7.4%，无氮浸出物10.5%，灰分2.8%。幼嫩时，植株内也含有氢氰酸，尤其在天气较旱，生长受阻时含量较多，在利用时要加以注意。在田间易蔓延，美国已列为杂草。



蒋　森　草

（杨运生）

绛三叶（crimson clover）　豆科三叶草属的一个种，学名*Trifolium incarnatum* L.，又名深红三叶或地中海三叶。原产东南欧及土耳其东南部。南欧国家、澳大利亚、阿根廷及美国南部等地栽培较广，中国长江流域中下游地区作冬绿肥栽培。

茎直立中空，50～80厘米，小叶阔倒卵形或倒心脏形，托叶阔，先端钝圆，膜质常具紫色脉纹。圆锥形总状花序，由75～125朵小花组成，花绛色。自花授粉。每荚含种子一粒，黄色，千粒重约3克。产种量高，但很易丧失生活力。全株密被茸毛。喜温暖湿润气候，畏寒忌热。不耐旱，耐瘠。秋播较佳，每公顷种子15～25千克，播深2厘米，施用磷钾肥，接种三叶草根瘤菌剂，有显著增产效果。早熟，再生力差。最适宜在温暖地区作绿肥或供冬春季刈草及放牧利用，花前营养价值很高，迟则茎叶花萼上的茸毛对家畜肠胃道有害，甚至引起死亡。对反刍家畜则无害，制干草用宜在盛花时刈割。

（梁祖铎）

蕉麻（abaca）　芭蕉科芭蕉属的一个种，学名*Musa texilis* Nees，多年生草本植物，热带优质硬纤维作物。又名马尼拉麻（Manila hemp），原产菲律宾。分布于



印度尼西亚、危地马拉、洪都拉斯等热带国家，主产国为菲律宾。世界栽培的蕉麻品系20多个，其中以坦冈冈(Tangongon)、拉文(Lawaan)鲜叶较重；吉纳斑克(Ginaback)、鲍拉·尤姆(Baulao Yumo)纤维伸长率较大；卡西里诺(Casilinon)、艾莫克德(Amokid)质量较好。中国台湾省早有引入试种，1957年引入广东省东莞、海南省儋县等地试种。因气候、土壤等生态条件不适，终被淘汰。

株高5～9米，须根浅生。真茎细小，丛生，12～30条为一丛，由种子或吸芽萌发而成；假茎由15～20个叶鞘互卷组成。叶片长1～2.5米，宽20～40厘米，全缘，绿色，表面有光泽，叶背有蜡粉，穗状花序，具佛炎苞。花簇生，雌雄异花。果似芭蕉三菱状，弯曲，长5～9厘米，直径2～3厘米，果皮厚，肉不可食。种子黑色，坚硬。

蕉麻纤维从叶鞘抽取，束纤维长1～3米，最长可达5米；纤维细胞长6～7毫米，宽12～40微米，强力大于30千克/克·300毫米，居热带硬质纤维首位。

要求高温、高湿，最适生长气温为26～32℃；最适年雨量2 000毫米左右，相对湿度80～90%。在静风或微风的环境中和在土层深厚、排水良好、地下水位适中、富含有机物的土壤上能茁壮生长。

用种子或吸芽繁殖，但后者生长较快，产量较高。3月至4月定植，1.5年后开始割取叶鞘，可连割10年。菲律宾每公顷产干纤维1 000～1 600千克，人工剥出麻率1.5～2.5%，机剥出麻率2～3%。

主要病虫害有树冠萎缩病，病原菌为蕉叶浮尘子*Pentalonia nigroneruosa*；蕉麻萎缩病，病原菌为半知菌*Fusarium oxysoporum* var. *cubense*；蕉麻嵌纹病，病原菌为*Morasmius seminustus*。

1981年世界蕉麻总产量8.5万吨（其中菲律宾占87%，厄瓜多尔占12%），出口量4万吨，进口国需进口量4.8万吨，供不应求。（曾友梅）

阶段发育 (phasic development)

作物由种子萌发到新种子形成的个体发育过程中，要循序经过几个性质不同而又彼此联系的转变阶段。每个阶段的完成，除要求一定的综合条件外，不同作物及其品种，还要求特定的、起主导作用的某些条件，没有这些发育阶段的转变，就不能形成相应的器官特征与特性，也就不能导致开花结实，完成个体发育的周期。

阶段发育理论　1925～1929年间，苏联学者T. Д. 李森科(Лысенко)从研究营养生长期长短与冬春性的关系开始，对小麦冬春性品种进行了大量观察和试验，提出了植物阶段发育理论的要点：①生长和发育是植物的两个不同的生命现象，生长是大小、体积、重量的增加，发育是一系列内部质的转变。②一年生种子植物的个体发育过程包括许多独立的循序进行的阶段。通过各个发育阶段，需要有一定的综合外界条件。目前已经确定的是春化阶段和光照阶段。③发育阶段是有顺序性、不可逆性的，它所发生的质变，仅局限于茎端分生组织内。④阶段发育是植物系统发育在个体发育上的反映。⑤阶段发育是植物器官形态建成与性状形成的基础。⑥有机体与生存条件的统一，是个体发育、遗传变异的基础。

春化阶段(thermophase)　秋播越冬作物，在苗期，必须经过一定时间的低温条件才能正常抽穗，这个时期称为春化阶段。不经这个阶段，直接在春夏高温条件下播种，虽有充足的热量与光照，也不能正常抽穗结实。李森科(1929)把冬小麦"乌克兰卡"品种种子经过低温处理后，在春季田间生产条件下播种，可以获得正常产量，于是他第一次提出冬性作物种子春化处理的预措法及"春化作用"的概念。"春化作用"，俄文为 яровизация 是冬性变春性的意思。关于春化现象，中国西汉年间《氾胜之书》就有关于小麦分冬(宿麦)春(旋麦)两种类型的记载。中国农民在生产实践中还创造了"冰麦"、"抱蛋麦"、"七九麦"、"罐埋"等冬小麦春化方法。苏联学者В. А. 节丘辽夫 (Тетюрев, 1940)根据在自然条件下，植物往往是夜间处于春化的条件，而白天处于春化的极限温度之中，他把春化过程中这种高低温度的交替对植物的春化效应叫做"温周期"(thermoperiodism)。春化阶段是一二年生种子植物个体发育的第一阶段，特别是秋冬播种的冬性作物如小麦、油菜、甘蓝等，春化特性较为明显。1932年李森科又指出，在这冬性、春性两个类型之间又存在许多中间过渡类型，这些中间类型在某一区域可能表现为春性类型，而在另一区域又表现为冬性类型。以后人们根据不同作物分期播种对低温反应的特性，进行了多种梯度的温光生态型的分类研究。日本学者高桥(1943)，在分期播种条件下，根据"座止"(停留于分蘖丛状态)临界期及播种至抽穗日数、主茎叶片数，把小麦冬春性分为六类，以便区别品种的冬春性强度。

光照阶段(photophase)　李森科研究认为，植物通过春化阶段后，还要通过一个感应光照的时期，才能导向抽穗结实。在光照阶段中不同植物要求光照时间长短不同，小麦、大麦等通过春化阶段后在连续光照下，可以大大加速抽穗开花。与此相反，棉花、谷子等，在光照阶段却要求短光照或较长时间的连续黑暗。前者叫做长日照植物，后者叫做短日照植物。此外，其它国家学者还对同一种作物的不同生态型品种对光照反应进行了研究，如水稻是短日照作物。但早稻对光照不敏感，即使北移至长日照下，也能正常抽穗发育；而晚稻对光照反应敏感，对短光照要求严格。

阶段发育机理的研究　关于春化作用的机理研究，已有许多学说和见解，其中G. 克列布斯(Klebs)早在



1913年就提出植物开花的碳氮学说，把植物开花看作是糖分和氮化物适当累积的结果。激素学说认为，春化作用是由于激素的作用而引起的。1939年N. 乔劳得(Cholodny)等学者研究认为，种子含有来自母体植株的各种激素贮备与春化作用有关。已往发现可以诱导春化的激素有吲哚乙酸、赤霉素等。发育遗传机理的研究认为，核酸合成对叶片诱导过程和顶端分生组织转向开花都有关键的作用。1960年，F. B. 索尔兹伯里(Salisbury)和J. 邦尼(Bonner)、1965年李俊淑等还发现胚的各类核酸物质具有随春化时间增加而递增的趋势，到春化完成时含量最多。许多遗传学家还进一步探讨了小麦冬春性的遗传控制。70年代初A.T. 帕格斯利(Pugsley)发现春性和冬性的生长习性至少是由四个基因控制的，他把这四个基因命名为Vrn1、Vrn2、Vrn3、Vrn4，利用非整倍体和变种间染色体代换系，可以把Vrn1、Vrn2分别定位于5A和5D染色体长臂上。

阶段发育理论的争议 ①早在李森科提出阶段发育理论以前，1913年德人G. 克莱布斯(Klebs)就试图通过调节光温因子探索对植物生长发育的控制，并提出植物发育的三个阶段。②认为阶段发育有局限性，它仅仅包括植物由营养生长过渡到生殖生长的初期阶段，而不能概括植物个体的一生，而且仅限于一、二年生冬性越冬作物，对于许多短日照或长日照的春播作物来说，春化阶段并不是必不可少的发育过程，甚至不少作物如大豆，影响开花结实的主要因素是光照。冬性谷类作物研究还发现，在35℃高温条件下春化作用可以解除，称为去春化作用。有些学者还认为，光照阶段的质变主要发生在叶片，而不是在生长点中。可见生物体系统发育历史背景的多样性，是很难用一个阶段发育模式加以概括的。③有些学者认为用植物"温周期"、"光周期"理论概括植物的生长发育，比用"春化阶段"和"光照阶段"的概念更为广泛而深入。④对于作物的发育阶段，已有多种不同的标准和划分方法。

阶段发育理论的实践意义 阶段发育反映了植物在个体发育的各个阶段对外界条件的要求。在作物栽培方面，围绕高产目标合理控制生长发育进程，分段制定管理措施，对作物增产能起促进作用；越冬作物适期播种的温度指标与安全越冬的苗龄指标的确定；种子春化栽培；调节促进二年生作物的生长发育过程实现当年采种；马铃薯夏播防止种薯退化的技术、萝卜、白菜的当年抽薹等，都是阶段发育理论在生产实践上的具体应用。

参考书目

R. O. 华埃特：《作物栽培与环境》，科学出版社，北京，1957年。(Whyte, R. O., *Crop Production and Environment*, Faber & Faber Limited, 24 Russell Square, London, 1951)

T. D. 李森科：《植物的阶段发育》，农业出版社，北京，1958年。(Лысенко, Т. Д., *Стадийное развитие растений*, сельхозгиз, 1929)

（苗果园）

桔梗 (balloon flower) 桔梗科桔梗属中的栽培种，学名*Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC. 多年生草本植物。别名铃铛花、白药、土人参。根供药用。中国多数地区均产，主产安徽、江苏、湖北和河南诸省。朝鲜、日本亦产。

株高30～90厘米，全株含乳汁。根肉质粗壮，长圆锥形，外皮淡黄褐色。茎直立，少分枝。茎下部叶对生或假轮生，上部叶互生，近似无柄，椭圆形或卵状披针形。花单生或数朵集成疏总状花序，花冠钟状，蓝色，蓝紫色或白色。蒴果倒卵形。种子多数，卵形至椭圆形，扁平，黑褐或棕褐色。花期6月至7月，果期9月至10月。



桔　梗

喜温暖湿润气候，宜在阳光充足、雨量充沛的丘陵地区生长。以土层疏松深厚、有机质含量高的砂壤土或壤土为好。种子萌发温度为10～25℃，以20～25℃为最适温度，播种后10天即可出苗。7月上中旬至9月现蕾开花，8月初陆续结果，11月中下旬地上部分枯萎。种子繁殖，用直播法。春播在3月上旬至4月上旬，条播，按行距20～25厘米开浅沟，深3厘米，将种子与砂拌匀后撒于沟内，再覆细土一层，稍加镇压，经10～20天出苗，每公顷用种量12～15千克，第一年要勤施少施肥，冬季增施一次冬肥，翌年出苗后，再追施一次薄粪肥，摘花蕾后要重施追肥。病虫害有根腐病、轮纹叶斑病、红蜘蛛和蚜虫，播后翌年11月，地上部分枯萎后或第三年早春2月，还未出苗前收获，割除茎叶，挖取根部时要防止破损，以免影响质量。挖起的根，除去残枝及须根，洗净泥土，趁鲜用竹刀刮去外皮，再洗净，晒干或烘干；亦可不去皮直接晒干或烘干，每公顷产干货2 250千克左右。留种宜选当年生的无病虫害的壮苗，10月下旬种子成熟时采收，晒干，脱粒，扬净，贮藏。

根含多种皂甙，水解后分得桔梗皂甙元(Platycodigenin)及远志酸(Polygalacic acid)和少量的桔梗酸A、B、C，另含α-菠菜甾醇、α-菠菜甾醇-β-D-葡萄糖甙、桦皮醇(Betulin)、桔梗聚果糖(Platy-

codinin)。药理实验：煎剂有祛痰、降血糖作用。味苦、辛，性平。功能祛痰，利咽，宣肺，排脓。治咳嗽痰多、扁桃体炎、咽喉肿痛、肺脓肿等症。根也可食用。

（王亚淑）

节水栽培 (water-saving culture)

以最少水量达到增加农作物产量目标的栽培技术措施。作物生产离不开水，自然降水、土壤蓄水、人工灌溉为农作物生长发育提供了必需的水分。节水栽培的任务是在农作物增产、稳产的前提下探求最充分地利用天然降水和土壤蓄水，减少灌溉用水量的栽培技术措施。

在修建水利工程，完善渠系配套的基础上，节水栽培技术可归纳为下列几个方面：①选用抗旱、耐旱作物，如谷子（粟）、糜子（黍稷）、高粱、薯类等，需水量少，或生长期短，能在雨水集中的夏秋季生长成熟；②合理耕作，深翻浅松，雨季深中耕涵蓄雨水，旱季耙耱保墒，提高降水的利用效率；③渠道防渗，减少损耗；小区畦灌，旱平水秒，降低灌溉定额；掌握作物需水规律，合理用水，以提高灌溉中的利用效率；④采用灌溉节水新技术，如喷灌、滴灌、塑料管以减少土壤渗漏的损失，喷灌可提高灌溉水利用率40%，滴灌还可比喷灌减少地表蒸发的损失，塑料管道可以减少灌水渠沟的渗漏损失，地膜覆盖极大地压低了土壤水分的土面蒸发，有显著的节水增产作用；⑤化学吸湿保墒制剂的应用。如土壤保湿剂是一种高分子吸水树脂，呈粉状或颗粒状，施入土壤后，可吸附自身重量几百至上千倍的水分，其中95%可释放供作物吸收利用。70年代在美国试验成功后，已传播到西欧、中东一些国家，用于种树、种草、绿化环境，80年代引入中国，在多种农作物上展开了试验。

（吴德瑜　过益先）

芥菜型油菜 (mustard)

油菜三大类型之一。学名 *Brassica juncea* Czern. et Coss.。由芸薹（aa，n=10）和黑芥（bb，n=8）通过自然种间杂交后双二倍化进化而来的一个复合种。中国是它的起源地之一。又称大油菜、高油菜、辣油菜、苦油菜等。因其叶形和株型与芥菜酷似，故名。染色体组为aabb，n=18。

芥菜型油菜在中国各地均有分布，类型分化中心在中国西南的川、黔、滇三省，且以云贵高原区和蒙新内陆区分布最多。以新疆、云南两省（自治区）分布最为集中，种植面积大。世界上以印度种植面积最大（占70%），主要分布于恒河流域；苏联次之，主要分布于顿河流域和外高加索地区。

芥菜型油菜株体较高大或发育中等，生育期中等，介于白菜型和甘蓝型之间。苗期株型因种性不同而异。中国北方冬油菜冬性强的品种，株型匍匐，越冬时生长点下陷能耐低温，主根很发达，耐旱性强，耐瘠性也强。细叶芥油菜（*B. juncea* var. *gracilis* Tsen et Lee）基叶呈披针形，较小而窄狭，有长叶柄，密被刺毛和蜡粉，叶缘有缺刻，且有明显锯齿。大叶芥油菜（*B. juncea* Czern. et Coss.）基叶宽大而坚韧，呈大椭圆形或倒卵圆形，少被或不被刺毛，薄被或不被蜡粉，先端有钝头，叶缘无明显锯齿，全缘或波状。叶色常绿、浓绿和紫红，有时叶面灰白。薹茎叶有明显短叶柄，不抱茎是这个类型油菜最显著的共同特征之一。叶面粗糙，皱缩。株型松散，分枝性强，分枝部位较高或很高，分枝数多，且多有二至三次分枝，但上部分枝较纤细。茎组织坚韧，木质化程度高，不易倒伏。花色淡黄或黄白，花瓣较窄小而长，平展，分离明显。花序中间花蕾着生位置高于或低于开放花朵。开花时雄蕊花药一般内向开裂或半内向开裂，自交亲和性强，自交结实率高，一般70～80%，异交结实率一般在10%以上，属常异花授粉植物。西北春油菜角果组织坚韧，过熟不易开裂；南方冬油菜果皮较薄，极易开裂。种子较小，一般千粒重1.5～2.5克。西北春油菜千粒重较高（一般3～3.5克）。种皮暗褐色或黄色，表面有明显网纹，有强烈辛辣味。种子含油量较低，一般为30～35%，产自中国云贵高原的高达50%左右。

（刘后利）

金花菜 (california burclover)

豆科苜蓿属的一个种，学名 *Medicago hispida* Gaerth.。一年生或越年生草本。又名南苜蓿、草头。英名又称toothed burclover。优良的饲草和绿肥作物，嫩茎叶可作蔬菜。原产地中海地区和印度。世界各大洲均有分布。中国主要在长江下游和四川等地栽培。

有主根，分布较浅；茎半直立或匍匐状，枝长0.3～1米；叶为三小叶组成，中间叶片有柄，小叶倒卵形；花序腋生，每序有3～6朵黄色小花，自花授粉，无限开花习性；荚果螺旋形，盘绕1.5～6圈，边缘有刺或无刺。中国栽培的品种荚盘绕2～3圈，边缘有刺，每荚有籽3～7粒，肾状黄色，千粒重2.1～2.5克，硬籽



金花菜

率一般为10～40%（见图）。

喜温暖湿润气候，宜在排水良好含石灰质的肥土上生长，pH5.5～8.5的土壤上都可种植，含氯盐0.2%以下的盐碱土上生长良好；耐旱、耐冻性弱，冬季－10℃以下即易冻死；忌渍水。

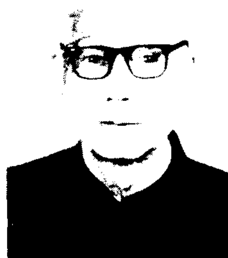
优良的地方品种有顾山种、余姚种和温岭种。可作稻田冬绿肥单种，也可与大麦、元麦混间种，用做套种棉花的基肥；浙江在桑、茶、果园的行间套种，以增加饲草和肥料。在江苏、浙江等省9月或10月播种，收草地每公顷播种量30～45千克，留种地22.5～30千克。因脱粒困难，往往带荚播种，种荚用量为种子量的1.5～2.0倍，为使种荚与土壤紧密接触，易吸水发芽，播前应将种荚浸在水中二三天，捞出与灰土拌和使分散后播种。但带荚播出苗慢，且易感染炭疽病 *Colletotrichum trifolii*，应与苕子、黑麦草或蚕豆进行混播。一般产鲜草30～60吨，荚果1 500～2 250千克/公顷。施肥对增产有明显的效果，尤其在瘠薄地或缺磷的土壤上，应施猪厩肥作基肥，或施磷、钾肥，返青后，要追施少量的氮肥。在南方种植，要开好排水沟，对于留种地尤其重要。要及时防治炭疽病及蚜虫、红蜘蛛 *Bryobia praetiosa*、盲椿象 *Adelphocoris* sp.等危害。当60～70%的荚果由绿色转为黄褐色时，即可在晨露未干前进行收获。

饲用和肥用的价值较高，盛花期的干草含水分7.23%，粗蛋白质23.25%，粗脂肪3.85%，粗纤维16.99%，无氮浸出物38.43%，灰分9.94%；其荚壳含粗蛋白12.7%，粗纤维44.5%。用机械脱粒后的荚壳粉，可作饲料。鲜草的肥分含量：水分83.3%，N 0.54%，P_2O_5 0.14%，K_2O 0.40%。

（顾荣申）

金鸡纳 见列氏金鸡纳树。

金善宝（1895～　　）　农业教育家，小麦育种栽培学家。1895年7月2日出生于浙江省诸暨县。1920年毕业于南京高等师范农科，留校试验农场任技术员。1927年毕业于东南大学。1930年在美国康奈尔大学学习，1932年转入明尼苏达大学研究院学习。回国后，先后任浙江大学农学院农艺系副教授，中央大学农学院农艺系教授、主任。1949年后，历任南京大学农学院院长，华东军政委员会农林部副部长，南京农学院院长，南京市副市长，中国农业科学院副院长、院长、名誉院长，中国科协副主席，"九三"学社副主席，中国农学会名誉会长，国务院学位委员会委员，中国科学院生物学部委员，苏联全苏列宁农业科学院通讯院士等职务。1956年加入中国共产党。曾任历届全国人民代表大会代表。



金善宝是中国用现代育种方法培育小麦品种的开拓者之一。早在30年代，就从收集到的全国790个县的小麦地方品种中鉴定出江东门等优良品种，至今仍做为重要早熟种质资源被利用。1937年从世界各地征集了3 000多份小麦材料，从原产意大利的蒙塔那品种中，选育出"南大2419"，50年代在长江流域等13个省、市大面积推广，最高面积曾达470多万公顷，增产显著。50年代初期，从全国各地征集到5 544份小麦材料，将中国种植的小麦品种鉴定为普通小麦、密穗小麦、圆锥小麦、硬粒小麦等4个种、126个变种。其中云南小麦是新发现的世界上独有的普通小麦新亚种。1957～1959年主持发表"中国小麦之种类及其分布"，被授予1982年国家自然科学三等奖。60年代以来，主持中国农业科学院春小麦育种工作，采用北育南繁，即北京春播—南方高山夏播—南方平原秋播方法，一年可种植两代或三代，加快了育种进程，育成一批"京红号"春小麦新品种，已在华北春麦区和南方冬麦区推广。1978年获得全国科学大会的奖励。后又选育出7606、中7902等春性优良品种，在黄淮麦区作为晚茬麦种植，增产显著。

金善宝一生著述很多，1928年发表了"中国小麦分类之初步"，是中国第一篇小麦分类研究的文献；1934年编著了中国第一本《实用小麦论》，长期用作农学院的参考教材；1943年发表《中国小麦区域》；1960、1964年先后主编《**中国小麦栽培学**》和《**中国小麦品种志**》；1983年主编《**中国小麦品种及其系谱**》；1986年主编《中国小麦品种志》（续集）。这些专著，在理论上和实践上都有着重要意义。

（黄佩民）

金银花（honeysuckle）　忍冬科忍冬属中的一个种，学名 *Lonicera japonica* Thunb.。多年生缠绕灌木。因花冠初开时为白色，经2～3天变为金黄色而得名。别名银花、双花、二宝花。以花蕾及茎藤入药。同属植物红腺忍冬 *L. hypoglauca* Miq.、山银花 *L. confusa* DC.、毛花柱忍冬 *L. dasystyla* Rehd. 等的花蕾均可入药。在中国已栽培百年以上。全国各地均有分布，其中以河南省密县的密银花和山东平邑、费县的东银花最为闻名。畅销国内外。日本、朝鲜亦产。

金银花茎长可达9米。茎中空，多分枝。叶对生，卵圆形和长卵形，两面被短柔毛。花成对，腋生，苞片叶状，花梗及花都有短柔毛，浆果球形。熟时黑色。

适应性很强，对气候、土壤要求不严，耐旱，耐寒，耐盐碱。山坡、河堤等处均可种植。喜充足阳光，若通风透光不良，叶子易发黄脱落。

种子繁殖和扦插繁殖均可。以扦插成活率高，收



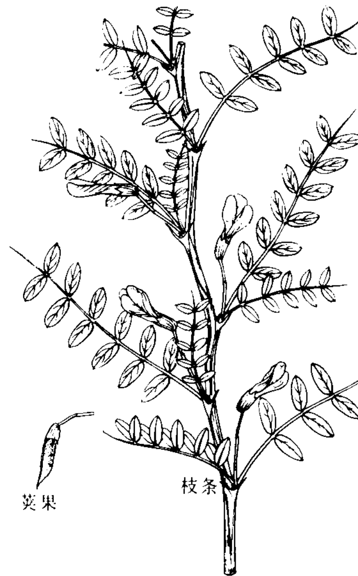
金　银　花

益快，在夏秋阴雨天气，选择1～2年无病虫的健壮枝条，截成30～40厘米的枝段，去掉下部叶子，直接插入土里；也可将枝条扦插在事先整理好的深沟里，待第二年春天发芽前或8月阴雨天刨出移栽。种子繁殖，于10月至11月采摘果实，去净果肉晾干，翌年3月至4月将种子放入35～40℃的温水中浸泡24小时，取出拌2～3倍湿沙催芽，待萌发达50%以上时，即可播种。春季地面解冻后和冬季地冻前松土和培土，一般在秋花后大修剪一次，春、夏开花收获后各小修剪一次。剪枝要做到去顶、清脚丛、打内膛、修剪过长枝、病弱枝、枯枝、向下延伸枝和上次已开过花的枝条，使枝条成丛直立，主干粗壮，分布疏密均匀，花墩呈伞形。这样新枝多、花蕾多。早春或初冬，在花墩周围开环形沟，将肥料施于沟内，然后覆土。主要虫害有蚜虫、尺蠖虫*Heterolocha jinyinhuaphaga*、咖啡虎天牛*Xylotrechus*、柳乌木蠹蛾*Holcocerus vicarius*、豹蠹蛾*Zeuzera* sp. 等。第一次采花在5月中下旬。第二次在6月中下旬。以采二白针（即花蕾顶端白色时）最适宜。采得过早，花蕾青绿色，嫩小，产量低；采得过晚，容易形成开放花，降低质量。采下后立即晾晒干或烘干。如遇阴雨天，烘干来不及时，为防止霉烂，可先用硫磺熏一次，再晾干或烘干，置阴凉干燥处保存，防潮防蛀。秋冬割取嫩枝晒干，为忍冬藤。

花、藤含氯原酸(Chlorogenic acid)和异氯原酸(Isochlorogenic acid)，为抗菌有效成分，对多种细菌有抑制作用。味苦，甘，性寒，有清热解毒的功能。主治瘟病发热、风热感冒、咽喉肿痛、肝炎、痢疾、痈肿溃疡、丹毒和蜂窝组织炎等。　（程惠珍）

锦鸡儿 (caragana)　豆科锦鸡儿属植物，学名*Caragana* Fabr.，又名柠条、柠条锦鸡儿。英名又称pea tree。此属约有60余种。原产欧亚大陆，中国约产50种，大多为草原沙生、旱生落叶灌木，为牧草绿肥植物。广泛分布在西北、内蒙古等地；蒙古人民共和国和苏联西伯利亚也有分布。

叶常簇生或互生，偶数羽状复叶或假掌状复叶，小叶4～20片，全缘，托叶小，脱落或宿存而硬化成针刺花单生，花梗有关节；萼筒状或钟状，基部偏斜，稍成浅囊状或成囊状凸起，萼齿5，大小相等；花冠黄色，少红紫色或带红色，旗瓣直立，向外反卷，翼瓣及龙骨瓣有长爪及短耳；雄蕊10，两体；子房近于无柄，胚珠多数。荚果圆筒形或披针形，膨胀或扁平，顶端尖；种子偏斜，椭圆形或球形（见图）。



锦　鸡　儿

中国栽培的主要有三个种：柠条锦鸡儿 *Caragana korshinskii* Kom、中间锦鸡儿*C. intermedia* Kuang et H. C. Fu和小叶锦鸡儿*C. microphylla* Lam.。小叶锦鸡儿散生在干旱草原群落中，株高40～70厘米，多分枝，呈灌丛状；柠条锦鸡儿植物高大，株高150～300厘米，树皮金黄色，小叶为披针形或矩圆形，花较大，荚果革质，短而宽，可与小叶锦鸡儿区别。它为荒漠沙生、旱生灌木，散生于荒漠、半荒漠地带的流动沙地或半固定沙地上；中间锦鸡儿植株较低，株高70～150厘米，树皮为黄灰色、黄绿色或黄白色，分布于草原带及荒漠草原带的沙地上。生产上栽培的锦鸡儿或称柠条，一般是柠条锦鸡儿和中间锦鸡儿混种。

耐寒、耐旱，不怕沙压和风蚀。有较好防风固沙、防止水土流失的作用。沙地上不用整地即可播种，以雨季抢墒播种为好，条播或点播，每公顷播量15～22千克。营养价值见表。它蛋白质含量颇高，骆驼和山羊喜食其嫩枝、叶和花。但木质化后，影响其适口性，可加工成草粉，与其它草粉混合饲喂家畜。除饲用外，荒

锦鸡儿营养成分（占干物质的%）

种　类	水分	粗蛋白质	粗脂肪	无　氮浸出物	粗纤维	粗灰分	备　注
柠　条	13.59	19.07	4.56	27.46	30.35	4.97	开花期
小　叶锦鸡儿	10.00	19.18	3.69	27.13	34.79	5.21	初花期

漠草原上用它作防风固沙灌木林带或作生物围栏。

（吴渠来）

近亲繁殖 (inbreeding)　亲缘关系相近的两个个体间交配而产生子代的繁殖方式，简称近交。根据亲缘远近的程度，近亲繁殖又有亲表兄妹交配、半同胞交配和全同胞交配的区别。植物的自花授粉或自株授粉又称自交，是近交的极端类型。

近亲繁殖在很多生物中属于正常的自然现象。如自花授粉植物或自体受精动物等，近交有助于在特定环境条件下基因型的保持和稳定。在物种的繁衍和种性的保持上是无害而有利的。但在异花授粉或常异花授粉植物中，如果人为地连续在小群体内留种或强制自交，就会导致生活力减退、繁殖力和抗逆力下降。

天然异交生物强行近交的有害性源于有害基因的纯合化。由于异交生物都是遗传上的杂合体，它们体内常常潜伏着有害的隐性基因。在天然异交情况下，这些基因被显性的等位基因所遮盖，不能表现出来。一旦发生近交，由于分离和重组的结果，隐性基因达到纯合状态，从而导致有害性状的表现。例如玉米普通品种自交的后代，就常分离出白化苗、黄苗和畸形苗。

近交的有害性是相对的，在人工控制下使某些生物近交，通过选择可以达到育种目的。因为近交不仅使隐性基因纯合，也能使有利的显性基因以同样速度达到纯合，并使群体中杂合子的比率迅速下降。例如杂合体 Aa 经过一次自交，后代就会出现1AA：2Aa：1aa 的分离。其中显性 AA 和隐性 aa个体各占子代总数的1/4，杂合体 Aa 的比例由原来的100%降为50%。如果连续多代自交，后代中杂合体的比例就会大大下降，而纯合体的比例则大大增加，从而导致某基因型的纯合化。由于基因纯合化带来了生物遗传上的稳定性，使生物上下代之间保持性状的相对稳定。因此，从育种角度出发有意识地进行人工强制近交，通过选择，保留显性有利基因，淘汰有害的隐性基因，可以达到改良群体和保持优良群体相对稳定的作用。

近亲繁殖原理在育种上最重要的贡献是近交系间杂交种的利用。例如玉米的自交系间杂交产生的杂种第一代大多表现强大的杂种优势（见**杂种优势**）。

（戴景瑞）

经济作物 (economic crops)　其收获物主要供作加工原料的作物。原意相对于**粮食作物**而言，指那些主要为农民换取货币的作物，故名。亦称工业原料作物、特用作物、工艺作物等。以其加工成品的用途来分有**纤维作物**、**油料作物**、**糖料作物**、饮料作物、**产胶作物**、染料作物、香料作物、**药用作物**等等。随着科学技术的进步和工业的发展，农作物收获物的综合利用途径越来越广泛；农产品的深加工越来越受重视。经济作物一词的概念，已超越原来的范畴，其界限也变得模糊不清。

（依　兵）

粳稻 (“keng” rice or japonica rice)　适宜于高纬度和低纬度高海拔地区种植的栽培稻亚种。1928年日本的加藤茂苞等将粳稻定名为*O. sativa* L. sp. *japonica* Kato，即所谓日本型。丁颖于1957年将其定名为粳亚种(*O. sativa* L. sp. *keng* Ting)。

粳稻植株较矮，一般改良品种均在1米以下，但过去的农家品种则往往超过1米。茎秆坚韧，叶片较窄，色泽浓绿，剑叶开度大。叶片茸毛少或无毛，美国一些品种叶片往往无毛。稻谷的茸毛长而集生于颖棱上，并由基部向顶部递增，但云南省的一些高原粳谷无茸毛。芒由长芒到无芒，芒略呈弯曲状。谷粒短圆而厚，一般长宽比在2以下。谷粒不易脱落。较耐寒、耐弱光，但不耐高温。一般谷粒和米粒在1%的石炭酸溶液中浸渍12小时仍不能染色。谷粒直链淀粉含量较低，胶稠度软，故蒸煮的米饭往往较粘。

中国北方稻区多种植粳稻。由于粳稻比较耐寒、耐肥，长江中下游双季稻区的后季稻也多采用粳稻品种。粳稻品种在南方稻区虽然分布零散，但幅员较广，特别是在云贵高原高海拔地区、太湖流域和台湾省等地，粳稻仍占优势。

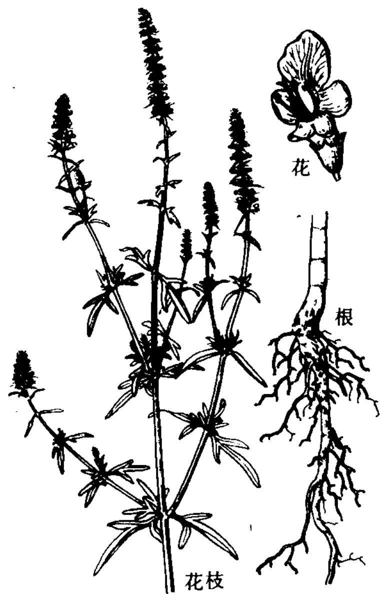
粳稻与籼稻的主要性状差别见**籼稻**。

（申宗坦）

荆芥 (chingchich)　唇形科裂叶荆芥属的一个种，学名*Schizonepeta tenuifolia* (Benth.) Briq.。一年生草本植物。古名假苏。别名香荆芥、四棱秆蒿、线芥。以花穗或带花穗的全草供药用。《本草纲目》已记述荆芥的人工栽培。分布于中国大部分地区。主产于江苏、浙江、江西、河北、湖北和湖南等省。同属植物裂叶荆芥*S. multifida* (L.) Briq. 也作药用。分布于东北、华北、甘肃、青海、宁夏等地区。

荆芥株高60～160厘米，有强烈香气。茎直立，四棱形。叶对生，近无柄，叶片3～5羽状深裂，裂片阔线形或披针形，全缘，两面均被柔毛，下面有凹陷腺点。轮伞花序密集于枝端，形成长穗状，花小，2唇形，淡红白色。小坚果4枚，卵形或椭圆形，棕色，光泽。花期7月至9月。果期8月至10月。裂叶荆芥形态与荆芥相似，茎上部分枝少，叶宽卵形，3～5深裂，裂片较宽而钝，花蓝紫色。

喜温和湿润气候，怕干旱、水涝，忌连作。适应性较强。种子在土壤温度16～18℃时，10～15天出苗，在19～25℃时约1周即可出苗，幼苗期喜潮湿，宜于疏松肥沃、排水良好的砂质壤土栽培。种子繁殖。采收前选留健壮、分枝多、穗多和无病虫害的植株作留种株，待籽粒饱满呈深褐色时采下脱粒，晾干。北方多



荆芥

植株高60～120厘米。茎基部稍木质化，上部多分枝，被灰白色柔毛。单叶互生，叶片卵形或长卵形，常因品种不同而有差异，边缘羽状深裂，裂片具粗锯齿，叶背面有白色柔毛。头状花序顶生或腋生，直径2.5～6.5厘米；总苞半球形，苞片3～4层，外层苞片绿色，线行，有白色柔毛，边缘膜质；花序边缘着生舌状花，花冠白色或黄色，雌性；花序中央为管状花，花冠黄色，两性。瘦果常不发育。花期9月至11月。



菊花

春播。南方春播、秋播均可，以秋播为好。春播4月上中旬，秋播10月下旬，采取撒播或条播。条播行距25～30厘米，每公顷播种量条播7.5～12千克，撒播30～45千克。苗期经常保持表土湿润，及时间苗、补苗，6月至8月间生长最快，需施追肥1～2次。病虫害有根腐病*Rhizoctonia* sp.、茎枯病*Fusarium graminearum*及红蜘蛛等。采收全草适期在夏季即将抽穗时割取或连根拔起；采收花穗宜在秋季半子半花时割取，全株阴干后称"全荆芥"，花穗干燥后称"荆芥穗"。

全草含挥发油，油中主含d-薄荷酮(d-Menthone)及d-苧烯(d-Limonene)。药理实验：100%全草煎剂对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、炭疽杆菌等有抑制作用；有增加汗腺分泌及皮肤血液循环作用。味辛，性微温。有解表祛风、利咽、透疹止血等功能。主治外感发热，头痛，咽喉肿痛和麻疹不透。炒炭治便血，血痢，衄血和崩漏等症。　　（孙鹤年）

菊花（florists chrysanthemum）　菊科菊花属的一个种，学名 *Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tz vel.。多年生草本植物，又名菊。早在2500年前的《礼记·月令》中就有记载。原产中国。公元10世纪经朝鲜传入日本，17世纪以后相继传入欧美，现世界各地均有栽培。经过长时间的培育，有很多栽培品种，除供观赏的品种外，以花供药用或作清凉饮料用的总称药菊。茎、叶亦可药用。中国大部分地区有栽培，其中著名的有杭菊，主产浙江省桐乡、嘉兴、海宁和吴兴等县；亳菊主产安徽省亳县、涡阳县；滁菊主产安徽省滁县、全椒县；贡菊主产安徽省歙县。此外，还有河南省的怀菊、四川省的川菊等。

喜温暖湿润的气候，耐肥，怕涝，不耐旱，但能耐寒冷，花并能耐受微霜。需阳光充足，忌荫蔽，为短日照植物。对土壤要求不严，房前屋后的空闲地都能栽种，但宜在肥沃且排水良好的沙质壤土中种植，可与麦、稻、蚕豆等作物轮作，也可与桑、茶、烟草等间作。

用分株和扦插两种方法繁殖，均需先留种苗。于11月收花时选择品种纯、无病虫害、生长好、舌状花冠大的田块，为留种田。收花后割除残茎，覆盖肥土3～6厘米，再用沟泥盖没肥土，保苗过冬。①分株繁殖：在选好的栽培地上施足基肥，耕翻作畦。至翌年4月下旬到5月上旬，苗高20～25厘米时，连根挖起，分株，每株上需有白色新根。按行株距45×30厘米在畦上开穴，穴深6～10厘米，每穴栽苗1～2株，栽时打去顶端，栽后覆土压实，可提高成活率。②扦插繁殖：应先育苗，选肥沃、疏松、排灌便利的地方作育苗地，扦插前略施基肥，浅耕，做成苗床。于4月下旬留种地内苗高15～20厘米时，沿地面割下，选壮苗剪取10～13厘米长，除去下部2～3节的叶片，按行株距6～7厘米扦插。插条应随割随插，不宜久放，插后遮荫保湿，

20天左右生根 育苗期间应勤除草，保持足够的水分，于6月初移栽，移栽方法同分株繁殖 移栽后7～10天成活，如因压土不实、土壤过干、虫害等原因造成缺苗，需即时补苗 菊花前期生长缓慢，封行迟，需中耕3～4次，封行前的一次中耕可结合培土，以保持土壤水分和防止后期倒伏 为促使主干矮壮，并使分枝多，增加花蕾，在生长期中要打顶1～3次 在移栽后苗返青时、打顶后、现蕾前后均需适当追肥 移栽后如遇天旱需浇水和沟灌2～3次，以利返青 返青后田间需偏干，雨季要及时排水，立秋后为了促使孕蕾，田间需偏湿 病虫害主要有枯萎病 *Rhizoctonia solani*、斑枯病*Septoria chrysanthemella*；菊天牛 *Phytoecia rufiventris* 和棉蚜

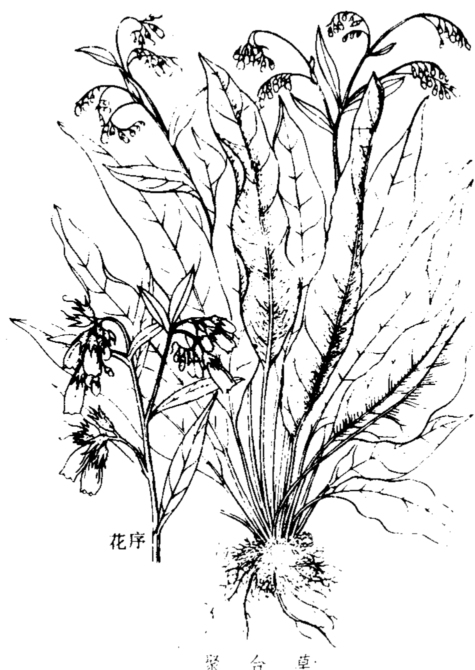
杭菊、滁菊在10月底或11月初开始采花，分3～4次采摘，至11月中下旬采完。亳菊多在11月中下旬分两次采收 应在舌状花平直、管状花散开60～70%时，选晴天露水干后采摘 杭菊加工时，将鲜花序晾干水分后放蒸笼中，用猛而匀的火力蒸约3分钟，取出晒干，至花心完全变硬为止；滁菊加工时将鲜花序用硫磺熏后晒至半干，筛成球形，再晒干；亳菊采收时先将花枝折下，扎成小把，倒挂阴干，再摘取花序晒干，或将摘下的花序摊在竹帘上，经常翻动，待色转白，再置通风处阴干；贡菊加工时将鲜花序用炭火烘干 每公顷均可收干花750～900千克

花含腺嘌呤 (Adenine)、胆碱 (Choline)、水苏甙 (Stachydrine)、密蒙花甙 (Acacetin-7-rhamnoglucoside)、木犀草素-7-葡萄糖甙 (Luteolin-7-glucoside)、大波斯菊甙(Cosmosiin)、刺槐素-7-葡萄糖甙(Acacetin-7-glucoside)、布枯叶素-7-葡萄糖甙(Diosmetin-7-glucoside) 以及花色素 尚含挥发油，油中主含菊花酮 (Chrysanthenone)、龙脑、龙脑乙酸酯等 药理实验：煎剂有抑菌和抗炎作用 味甘、苦，性微寒 功能疏风，清热，明目，解毒 治风热感冒、头痛、眩晕、高血压、目赤、心胸烦热、疔疮、肿毒等症

（洪 尚）

聚合草 (comfrey) 紫草科聚合草属的一个种，学名*Symphytum peregrinum* Ledeb.。多年生草本，为青饲料作物 又称紫草根 原产苏联 1964年以来，中国先后从日本、澳大利亚和朝鲜引进，主要在长江以北及云贵高原等夏季不太炎热的地区栽培

全株密布白色短硬毛 根系发达，上部是肉质根，直径1～5厘米 根颈部粗大，可长出大量幼芽和叶片 茎生叶50～70片 多的达200片，叶长40～90厘米，宽10～25厘米，卵形、长椭圆形或披针形 春季切根育苗定植的，夏季抽出花茎；越年生的，春夏季抽出花茎 茎高80～150厘米，茎及分枝的顶端着生蝎尾状聚伞花序 花冠长约1.5厘米，淡紫色或黄白色 一般不



聚 合 草

结种子，个别植株有少量种子，种子为小坚果，长仅4毫米(见图) 耐寒，喜温暖湿润气候，在辽宁、吉林都可越冬 适于排水好，能灌溉，有机质多而特别肥沃的壤土 夏季炎热或地下水位过高、低洼易涝的地方栽培易烂根死亡 瘠薄土壤不易栽培

由于结籽极少且实生苗生长缓慢，故多用分株、切根育苗和茎秆扦插等方法繁殖，而以切根育苗效果最好 肉质根产生不定芽和不定根的能力很强，可把粗细不同的肉质根切成4～7厘米长的根段，密放在苗床上，盖土3～4厘米，浇水，保持湿润 约25天出苗，30～40天苗高15～20厘米即可移栽 亦可用较粗壮的根颈或根段直接在大田定植 栽植前多施有机肥作底肥，深耕耙平，作畦，以利排灌 按行距60厘米，株距40～60厘米定植 栽后浇水，即可成活 苗期生长缓慢，注意中耕除草 易受地老虎等地下害虫为害，早春或刈割后有黄条跳甲危害嫩叶，叶盛期有粉虱为害 在北京，早春定植，可收割2次，第二年返青后约50天，达现蕾开花期刈割第一茬，以后每隔35～40天刈割一次，全年刈割4～5次，每公顷产青饲料110～280吨

盛花期茎叶干物质含粗蛋白质18.41%，粗脂肪1.35%，粗纤维14.69%，无氮浸出物11.83%，灰分23.69% 主要用作猪的青饲料，宜切碎或打浆后与其它精料搭配鲜喂 其茎叶含吡咯双烷类生物碱，干茎叶总生物碱含量为0.04%，这种生物碱对家畜肝脏有毒害 故在日粮中所占比例不宜超过25%(按干物质计算)，并应与多种饲料搭配 （苏加楷）

决定系数 (determination coefficient)
相关系数 r 的平方值。也就是 y 变数随 x 的变化而呈线性变化的平方和$\sum(\hat{y}-\bar{y})^2$占 y 总变异平方和$\sum(y-\bar{y})^2$的比率，或 x 变数随 y 的变化而呈线性变化的平方和$\sum(\hat{x}-x)^2$占 x 总变异平方和$\sum(x-\bar{x})^2$的比率，以 r^2 表示。它表示在 x 和 y 的总变异中可以相互以 x 和 y 的线性关系来说明的部分所占的比率。

r^2和 r 的区别在于：①r^2的取值区间是 [0, 1]，r的取值区间是[−1, 1]。②r^2 只表示相关的程度，而r还可表示相关的方向。③除$|r|=1$和 0 的情况外，r^2 总是小于$|r|$，这就可以防止对相关系数所表示的相关程度作夸大的理解，因此r^2宜与 r 结合应用。④r^2无需进行显著性测验。 （翟婉萱）

K

咖啡（coffee） 茜草科咖啡属作物，学名 *Coffea* L.，常绿灌木或小乔木。为世界三大饮料作物之一。咖啡碱还可作麻醉剂、利尿剂、兴奋剂和强心剂，外果皮及果肉可制酒精或作饲料。

公元前525年，阿拉伯人已栽种咖啡，当时只作咀嚼兴奋用。至13世纪，开始作饮料。15世纪以后大规模种植，并与可可和茶叶逐渐成为世界人民广为嗜好的饮料。遍布热带、亚热带78个国家和地区，1884年引种到中国台湾省，1908年引种到海南省，以后相继引种到云南、广西、福建等地种植。主要种类有：①阿拉伯咖啡*Coffea arabica* L.，俗称小粒种，原产埃塞俄比亚。株高4～6米，枝干木栓化较早。叶对生，长椭圆形，长12～16厘米，宽5～7厘米，叶缘皱纹细而明显。两性花，自花授粉。果圆形，熟时红色。种皮易与种仁分离，鲜果与干豆比4∶1左右，味香醇。易感叶锈病 *Hemileia vastatrix*。②罗巴斯塔咖啡 *Coffea robusta* Link.，俗称中粒种咖啡，原产刚果。株高6～8米，枝茎木栓化较迟。叶长椭圆形，长20～24厘米，宽8～10厘米，叶缘波纹较大。花两性，同株一般自花不育。果圆形或扁圆形，熟时紫红色，种皮紧贴种仁，不易分离。鲜干比5∶1左右。抗风及耐旱力比小粒种弱，抗锈病力强。③利比里亚咖啡 *Coffea liberica* Bull ex Hien，俗称大粒种，原产利比里亚。株高10米以上，枝粗而硬，枝干木栓化比前两种早。叶长椭圆形，长17～20厘米，宽6～8厘米，革质，有光泽。两性花，一般自花授粉。果长圆形，果脐凸起，熟时朱红色，种皮紧贴种仁不易分离，鲜干比8∶1左右。抗风及耐旱力较强，易感叶锈病。品质浓烈，刺激性强。④埃塞尔萨咖啡*Coffea excelsa* A. Chevalier 又称查利咖啡，原产西非查利河流域。树形和叶形似大粒种，果形及抗锈病能力似中粒种，较耐旱。味香而浓，稍带苦味。⑤阿拉巴斯塔杂种咖啡Arabusta，为近年科特迪瓦用秋水仙素处理诱导中粒种咖啡产生的四倍体，再与优良的小粒种咖啡杂交而成。抗叶锈病，质优味香醇，产量高。

茎直立，嫩叶绿色时，茎秆为正方形，木栓化后灰褐色近圆形。单叶对生，革质，椭圆形。叶腋有上下两种芽，上芽萌生成水平或斜生的一分枝，下芽萌发成直生枝。花数朵至数十朵，丛生于叶腋，花瓣5片，基部合成圆筒状，白色芳香，雄蕊数与花瓣数相同，柱头二裂，子房下位。浆果，一般有种子二粒，偶尔有一粒或三粒的。

主茎长出6～12对真叶时，开始长出一级分枝，随后每长一对真叶，长出一对分枝。一级分枝上可长二级分枝，二级分枝上又可长三级分枝，依此类推。茎的生长，顶端优势明显。小粒种在高海拔温凉气候条件下，二三级分枝长势壮旺，是主要的结果枝；中粒种以一级分枝为主要结果枝。种后2～3年开始结果，4～5年进入盛产期，经济寿命20～30年。花期因品种而异，主花期为2月至4月。花期如遇旱，花变小，畸形而不能正常开放。灌水可使花正常发育和开放。从开花至成熟，小粒种6～8个月，中粒种10～12个月，大粒种12～13个月。

要求年降雨量1 000～1 800毫米，土质疏松，肥沃和排水良好的沙质土壤，pH值6～6.5。小粒种宜在海拔900～1 800米，气候温凉的地区种植，要求年平均温度17～19.5℃。夜温0～1℃连续7天则引起枯枝；一般10℃开始生长，气温超过30℃时，生长受抑制，花芽发育不良。中粒种宜在海拔900米以下的地区种植，要求年平均温度23～25℃，当温度降至2℃时，叶片出现寒害。为喜荫作物，需一定的荫蔽。

用种子育苗，从充分成熟的果实中取出种子，洗去果肉，晾干后即可播种。沙床播种催芽，80%荫蔽度，子叶展开后，按20×25厘米株行距移苗，继续培育。中粒种可用扦插法繁殖育苗。用未木栓化的直生枝，对剖削成单芽带半叶的插穗，长7～8厘米，插于干净河沙苗床，保持湿润和85～90%的荫蔽度，约2个月可发根，发根后移于苗圃。苗期荫蔽度，前期70%，中期50%，后期30%。苗高40～50厘米长有1～2对分枝时即可定植，植距视种类而定，小粒种0.8～2×2米，中粒种2×2～2.5米，大粒种为4×5米。小粒种一般用一条主干的单干去顶整型方法。中粒种宜用多干整型方法，留3～4条主干。

幼龄咖啡施肥以氮、磷肥为主，适当施钾肥；结果后施肥应以氮钾肥为主，适当配合磷肥。雨后将肥料均匀地撒施于树冠下。此外，每年还应施1～2次有机肥。幼龄咖啡园旱季盖草或灌溉增产效果明显。

主要病害有咖啡叶锈病*Hemileia vastatrix* 主要为害大粒种和小粒种的叶片，引起落叶、减产。摘除病叶，流行期每隔2周喷一次0.5～1%波尔多液，连续喷2～3次即可防止病害蔓延。美洲叶斑病 *Mycena citricolar*，仅在拉丁美洲发生，能使咖啡损失90%以上。防治方法为合理修剪，喷施铜素杀菌剂。维管束病 *Fusarium xylarioides*，发生于非洲国家。浆果病(coffee Berry Disease)，发生于非洲和中美洲，可使咖啡损失30～50%。环斑病、皱叶病、卷叶病、咖

啡根结线虫、短小根结线虫等，在拉丁美洲国家曾造成严重损失。咖啡短体线虫曾摧毁爪哇95%的小粒种咖啡；肾形线虫使菲律宾咖啡的根系受到严重损坏。主要害虫有咖啡虎天牛 *Xylotrechus quadripes*，幼虫钻蛀小粒种树干。咖啡旋皮天牛 *Dihammus ceruinus*，幼虫在树干基部造成螺旋形伤痕。两种天牛引起枯枝、减产甚至整株死亡。清除被害植株；成虫羽化前喷2%马拉硫磷或6%敌敌畏杀死成虫或防止产卵。咖啡枝小蠹 *Xylosandrus compactus*，为害枝条，结合修剪消灭害虫，5月上旬用1∶100倍杀螟松喷杀成虫。咖啡果小蠹 *Hyphthenemus hampei* 广泛分布于世界咖啡植区，为害浆果和成熟的果豆，可减产60%以上。对上述危险病虫害，要严格检疫。

花期长，采果期因种类而异，小粒种9月至11月，9月至10月为盛果期；中粒种11月至次年6月，2月至4月为盛果期。果皮开始变红即可采收，人工采摘。小粒种采果时，不要损伤果节上的腋芽，以便来年继续长枝或结果。

商品咖啡豆加工方法有两种：①干制法，鲜果晒干或烘干后，用脱壳机脱去果皮和种壳，筛去杂质即成。此法较简单省工，但咖啡豆质量较差。②湿制法：制出的咖啡豆质量较好。加工程序：脱果皮→分皮→脱胶（小粒种需发酵24～36小时，中粒种需发酵36～48小时）→洗涤→干燥→脱种壳→商品豆。

（陈伟豪　张籍香）

看苗诊断（diagnosis of cotton plant growth）　根据棉株不同生育时期形态特征的相互关系及其对产量形成的影响，采取观测技术，进行长势、长相指标数量化、标准化的研究后，提出一套综合诊断模式，为棉田的栽培管理提供依据。

长势长相类型　是看苗诊断的综合依据。长势，主要指营养器官或生殖器官的生长速度和生长量。如主茎日增长量、主茎展叶速度、结铃高峰持续时间、结铃日增长量及其峰值等动态指标。反映出各生育时期处于生长中心的器官生育强度，以及营养生长和生殖生长的协调程度。长相，主要指棉株的外貌和各器官的形态。如植株高度、红茎比、叶宽、叶色、叶位、花位、株形等静态指标。长势和长相两者密切相关。棉株的长势、长相大体上可分为正常、过旺和偏弱三种类型：①正常类型。棉苗健壮，现蕾早，结铃多，吐絮早，营养生长和生殖生长较为协调，不仅生物学产量较高，而且经济产量系数也高。②过旺类型。营养生长过度，花铃期常表现为株高、叶大，下部蕾铃落空，吐絮期贪青晚熟，经济产量系数下降（见**棉株徒长**）。③偏弱类型。营养生长不足，花铃期表现株矮、叶小，上部和外围蕾铃脱落严重，结铃少，生物学产量降低，吐絮期棉株早衰。

长势长相诊断指标　棉花的长势、长相易受气候、土壤、品种、种植制度等条件的影响，故具体田块的诊断指标还带有一定的差异。几项常用诊断指标（见表）。在指标范围以内的，表示生育正常；偏离指标的，表示过旺或偏弱。

棉株正常生育的几项诊断指标

诊断项目	苗　期	初蕾期	盛蕾期	初花期	盛花期	初絮期
主茎日增长量(cm)	0.3～0.5	1～1.5	2	2～2.5	1.5～1	—
红茎比(%)	50～60	60	60～70	70～80	90	100
主茎第4叶宽(cm)	5～10	10～12	12～14	14～15	14～13	—
叶面积系数	0.005～0.3	0.3～0.5	0.5～1.2	1.2～2.0	3.5～4.0	3.0～2.5
叶色(级)	3～3.5	2.5～3	3.5	2.5～3	3.5～4	3
花位	—	—	—	8～9	6～7	—
结铃日增量(个)	—	—	—	0.1～0.2	0.2～0.5	0.3～0.1

主茎日增长量　又称株高日增长量　指棉株主茎高度（由子叶节至主茎顶端生长点）的日平均增长值。主茎生长速度，对水肥条件和内部营养状况反应敏感。生育正常的棉花，主茎日增长量的高峰出现在见花前后，进入盛花期平稳下降。如主茎生长高峰出现过早，或日增长量超过3厘米，是徒长的重要征状（见**棉株徒长**）。盛花期主茎日增长量下降过快，则预示棉株趋向早衰。

红茎比　指主茎红色部分占整个主茎高度的百分比，随着主茎的生长，茎色由下而上逐渐转红，这是棉株健壮老熟的表现，也是群体透光通风良好的标志。红茎比低，表示生育偏旺；红茎比高，是营养生长偏弱的标志。红茎比还可作为确定打顶期的参考指标。惟红茎比的升降受晴雨影响较大，在雨季，这一指标较难掌握。

主茎第四叶宽度　指棉株主茎顶部自上而下第四片展平叶通过叶枕部位（叶片基部红点处）的宽度。第四叶正是刚定型的一片敏感功能叶，其宽度不仅直接关系到叶面积系数的大小，还能反映出光合产物的分配状况。生育正常类型的棉株，其第四叶宽随叶龄增长而发生有规律的变化。现以叶片中等大小的岱字棉系统的品种为例：现蕾前，每增一个叶龄，叶宽递增1.2～1.3厘米。若8叶期现蕾，此时第四叶宽应达到10厘米左右。现蕾后，每增一个叶龄，叶宽递增0.5厘米。若18叶期开花，此时第四叶宽达到15厘米左右，上升到一生中的最大值，以后叶宽逐渐收小，盛花期呈现小叶大桃长相。一般叶宽小于上述标准，视为长势偏弱；而大于上述标准，特别是开花以后叶片不收小，为长势过旺的表现。

叶色　以棉株顶部第五片生长已定型的主茎叶的色级表示。可用农作物叶色比色仪测定，或对照叶色比色卡来确定。一般认为生育正常类型棉株，一生中在三叶期前后、盛蕾期和盛花期的叶色宜较深，这表示棉株体内氮素代谢旺盛，有利于扩大型生长。在孕蕾期能促进花芽分化；盛蕾期、盛花期能生育健旺多结棉铃。在现蕾初期、开花初期和吐絮初期，叶色宜由深褪浅，这标志着棉株体内碳素代谢加强，有利于积累型生长，在初蕾期能稳长保蕾；初花期能使生长中心由营养器官顺利转向生殖器官，减少下部脱落；初絮期能使营养物质加速向棉铃转运，促进早熟。叶色该深时不深，是长势偏弱的表现；该转浅时不浅，则表示长势过旺。

叶面积系数　又称叶面积指数。是棉花群体叶面积与种植所占土地面积的比值。叶面积系数消长的合理与否，会影响到生物学产量的积累，也关系到光合产物的分配，从而影响到经济产量系数的大小。在正常密度下，棉花各生育期叶面积系数的合理发展动态大体以齐苗期0.005，三叶期0.05，现蕾期0.3，开花期1.2，盛花期3.5～4，初絮期2.5～3为宜。叶面积系数偏低或偏高，表明生育类型偏弱或过旺。

花位　指自上而下第一节位开花的果枝在棉株上所处的位置，是果枝增生速度和果枝开花速度两者的综合反映。如花位小于或大于正常生育类型标准（见上页表），表示长势偏弱或过旺。

结铃高峰持续期及结铃日增量　在正常密度条件下，一般结铃日增量达0.2个以上，即进入结铃高峰期。此期内平均结铃日增量的最大值称峰值。棉花产量的高低和品质的优劣，在很大程度上取决于结铃高峰期的早晚、结铃高峰持续期的长短、平均结铃日增量的多少和峰值的高低。正常类型的棉花，结铃高峰出现早，持续期长达30～40天，旬平均结铃日增量保持0.2～0.5个，峰值达1.0个左右。而徒长类型的棉花，结铃高峰期明显推迟，且持续期较短；偏弱类型，则结铃高峰期结束过早，旬平均结铃日增量低，且峰值不高。这一诊断指标的准确性高，在科学研究中应用较多，但对指导大田生产往往失之过晚。

（沈仍愚）

抗病性鉴定 (evaluation of disease resistance)　评价作物品种、品系或种质对特定病害抵抗或感染程度，是抗病育种的基础工作。从抗源筛选、后代选择，直到品种推广的全过程都离不开抗病性鉴定。

鉴定办法包括在自然条件下鉴定、人工接种诱发鉴定、田间成株鉴定、室内苗期鉴定、离体鉴定、间接鉴定等。在实际工作中则需根据作物、病害种类，目的要求和设备条件而定。

在自然条件下鉴定适用于经常充分发病的地区。在发病条件下不稳定的地区需进行各种形式的人工接种、诱发，以保证得到可靠结果。大田成株鉴定能直接反映材料在当地条件下的实际抗病能力，因而最为实用。其缺点是易受环境条件影响，有时会因发病不良而得不到正确鉴定结果，也会受到空气中外来异小种的污染。温室苗期鉴定正好能弥补这些缺点，可以控制发病条件，保证充分发病。也能控制生理小种，防止异小种污染，进行分小种鉴定。但苗期反应与成株反应之间虽有一定相关关系，并非完全一致。在有条件时最好能苗期和成株鉴定对应进行，作出较全面的评价。离体鉴定是把植株部分器官如叶、穗等剪下在实验室控制条件下鉴定。其作用在于原株仍可留在田间继续生长并获得种子，也可一株多用，取得该株对不同病原物或不同生理小种的鉴定结果，最适于抗病性遗传研究。间接鉴定是已知抗病性与植物所含的抗菌素、毒素、解毒素等物质有一定相关时，测定植物所含该物质的多少，推断抗病性的强弱，或提取病原物浸出液，筛选抗病幼苗或愈伤组织。

进行人工接种首先需要根据生理小种普查的结果，确定使用哪些生理小种。一般应包括当地及邻近地区的优势小种及有可能发展的小种。对于毒力强的稀有小种，应于温室内进行苗期鉴定，不宜用于大田接种以防毒力小种传播，给生产带来损失。

人工接种方法因作物和病害而不同。对于种苗传染的病害如小麦的腥黑穗病、线虫病，可采用病原菌孢子或虫瘿拌种的方法接种。对于土壤传染的病害如棉花的枯萎病，可采用沟施拌菌肥料或在常年发病地种植的办法接种。对于空气传播的病害，常采用喷雾、喷粉、向叶鞘内注射病原孢子悬浮液，向田间移栽病苗（如麦类锈病、白粉病）和病叶碎屑灌心（如玉米大小斑病）的办法接种。对于伤口传染的病害如稻白叶枯病，常采用剪叶滴菌的办法接种。小麦赤霉病采用田间撒施带菌病粒，或剪穗在室内喷菌的办法接种。对病毒病采用金钢砂擦伤表皮或在纱罩下放养带毒昆虫介体（如蚜虫、灰飞虱）等办法接种。

人工接种必须力求满足特定病害所要求的最适发病条件。例如温室接种鉴定需要严格控制温度、湿度、光照等条件。大田成株接种则应通过调节播期，掌握最适接种时期、增加灌水次数、增施氮肥等办法以保证充分发病。但对有些病害，如麦类赤霉病，则应适当控制发病条件及接种量，使发病程度适中，以免因发病过重而无法区分耐病和感病材料。

进行人工接种还应力求发病均匀，使鉴定结果能够最大限度地反映品种间真正差异，而不是环境条件所造成的差异。为此应合理设置感病诱发行，接种点要均匀，田间管理应一致。也要合理设置抗病对照和感病对照，以便就近比较。温室内苗期鉴定也要设置

感病对照。只有在感病对照充分发病时，鉴定结果才真实可靠。

记载项目和标准　进行抗病鉴定应按一定标准记载。标准的分级须能正确区分抗病和感病，如实反映出抗病程度的差异。但也要简便易行。常用记载项目有发病率、严重度、发病指数、侵染型等。采用哪些项目因病害种类、材料性质和工作要求而不同。例如鉴定种质资源材料要求较细，需同时记载2、3项。对一般材料则可只记1项，对兼顾的次要病害甚至可简化为抗、感或轻、中、重等。记载以在发病充分，抗、感区分明显时为宜。

发病率或称普遍率，是反映群体发病程度的指标，计数或目测估计后以百分数表示。如病株率、病穗率、病叶率等。严重度是个体发病程度的指标，代表病斑在整个叶片上所占比重，病粒在一个病穗上所占比例，或病叶在整个植株上所占比重。目测估计，以百分数或等级表示。病情指数是把发病率和严重度两者结合起来的综合指标，其计算公式为：

$$病情指数=\frac{\sum xa}{A\sum x}$$

式中　x表示各级严重度个体的数目，a表示各级严重度，A为最高严重度。

侵染型是表示抗性强弱的定性指标，以等级表示。如麦类锈病记载标准分0（免疫）、0;（极抗）、1（高抗）、2（中抗）、3（中感）、4（高感）六级。稻瘟病鉴定标准分R（抗）、M（中等）、S（感）三级。为了便于电子计算机数据储存，有些单位改用0至9级记载，数字越大感染程度越重。

在发病率、严重度、侵染型三个记载项目中，前两者表示量的差异，易受环境条件影响。后者表示质的差异，受环境影响较小。单独记载其中一项，不够全面。对材料作出较全面评价时，则需三项同时记载。

随着抗病育种工作的发展，耐病性和水平抗性逐渐受到重视。但它们与感病材料的差异难以用肉眼区分，需用单独设计的试验测定。

耐病性可用减产百分率表示。做法是把同一份材料分别种于两个相邻小区内。一区喷药防病，另一区不喷。收获后根据病区和无病区的产量计算出减产百分率。比较供试材料与感病对照和抗病材料的减产百分率，即可知道材料耐病性的大小。

鉴定水平抗病性的指标有病害传播速度、病斑大小、病斑数目多少、潜育期长短、产孢量多少等。鉴定方法比较费工，尚在发展和进一步完善中。

（杨作民）

抗病育种 (breeding for disease resistance) 以增强作物品种抗病性为主要目标的育种工作。应用抗病品种来防治病害简便易行，无残毒和环境污染，是经济有效的手段。

抗病育种工作涉及到作物、病原物、环境条件三者之间的相互关系，还要考虑如何正确运用抗病性的策略，比单纯以农艺性状为目标的一般育种工作复杂。需要育种、遗传、植病、栽培等领域间的多学科协作才能收到较好效果。

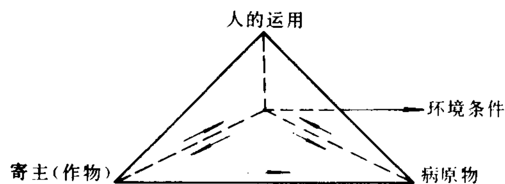


图 1　与抗病育种有关的各种因素

概况　近代植物抗病育种始于19世纪中叶。1851年马铃薯晚疫病在欧洲大流行之后，人们开始进行马铃薯抗晚疫病育种工作。1871年法国开始葡萄抗霜霉病育种。但20世纪以前抗病育种应用很少，仅限于少数作物的少数病害。1905年英国R. H. 比芬(Biffen)发表了他的小麦抗锈性遗传研究结果，认为小麦品种Rivet 对条锈病的抗性是由一对隐性抗病基因决定的，为以后的抗病育种工作奠定了理论基础。其后随着生产发展和抗病育种理论和技术的提高，抗病品种的应用日益广泛，增强抗病性已成为很多作物育种工作的主要育种目标之一。麦类作物的锈病、白粉病、水稻的稻瘟病、白叶枯病，棉花的枯萎病、黄萎病，玉米的大斑病、小斑病，马铃薯的晚疫病、病毒病，大豆的孢囊线虫病，烟草的黑胫病等，都是应用抗病品种得到控制的。1950年中国冬麦区小麦条锈病大流行，估计损失小麦约600万吨。后来由于推广了碧蚂1号、农大183等一系列抗锈品种，才使条锈病得到基本控制。

抗病育种工作中普遍存在抗病性能否持久的问题。随着抗病品种的日益普及，人们逐渐发现很多作物的抗病品种在育成推广之后，多则四五年，少则一二年，往往会逐渐丧失其原有的抗病性，变为感病品种。这一现象是寄主的抗病基因群体与病原物致病基因群体之间相互作用的结果。品种抗病性的相对持久与否和选用什么样的抗病性，如何正确运用抗病性有关。因此，进行抗病育种不但有方法问题，而且有策略问题。

方法　抗病育种包括以下几个环节：

首先是筛选抗源，即在广泛搜集抗病材料的基础上进行**抗病性鉴定**，选出对当时当地病原物主要生理小种及有可能发展的生理小种表现抵抗的材料。如有可能，还应分析比较这些材料的系谱和抗谱，进行遗传研究，以推断它们所含抗病基因是否相同，避免重复工作。

其次是用选到的抗源进行新品种选育。用抗源作为抗病亲本，与综合性状良好的农艺亲本杂交，将两

者的优点结合到一起，选出抗病性、丰产性、适应性都好的新品种。在**育种圃**各世代，都需创造适当发病条件(人工诱发或接种)，以利抗病个体或品系的选择。对于单**基因**或寡基因抗性，可采用回交的办法将抗病基因导入推广品种。对于多基因抗性，则可通过轮回选择将较多微效抗病基因逐渐集中起来。

远缘杂交也是抗病育种的重要手段之一。通过远缘杂交，可从野生亲缘植物或其它种属中引入栽培种所没有的抗病基因。例如小麦对叶锈病的重要抗病基因Lr9、Lr19、Lr24、Lr26等，分别来自小伞山羊草、长穗偃麦草和黑麦。棉花抗病品种塔什干对黄萎病的抗病性来自墨西哥野生棉。但远缘杂交后代在农艺性状上缺点较多，常不易直接利用，需要进一步改进才能用于生产。

进行抗病育种应防止只重视抗病性、忽视农艺性状的偏向。如果选育出的品种抗病性很强而农艺性状一般，虽然在病害流行之年可以发挥抗病保产作用，但在一般年份却不能和生产上其它品种竞争，必然难以为农民所接受。另一应注意的问题是要具有兼抗或多抗能力。因为生产上常常多种病害流生，只能抗一种病害的品种在应用上有很大局限性，兼抗数种主要病害才能起到更大抗病保产作用。例如，位于菲律宾的**国际水稻研究所**育成的ＩR36等品种，能够兼抗4病4虫，深受农民欢迎。

策略　早期抗病育种工作只讲求战术(育种方法)，不考虑战略，因而在取得重大成就的同时，也不乏失败的实例。

抗病育种的策略包括选用什么样的抗性和如何运用它们。作物的抗病性多种多样。按学科领域可分为生物学抗性、形态和组织结构抗性、生理生化抗性；按表现机制可分为抗接触、抗侵入、抗扩展；按发病程度可分为免疫、抗病、耐病、避病；按遗传行为可分为数量遗传抗性、质量遗传抗性，单基因、寡基因、多基因抗性等。但从寄主和病原物之间的相互关系看，则大体可分为小种专化性抗性和非小种专化性抗性两类。前者的抗性表现因所遇到的生理小种而不同：对甲小种表现抵抗，对乙小种可能表现感染。后者的抗性则不会因病原物小种不同而发生重大变化。1963年V．普兰克(Plank)首次提出了垂直抗性和水平抗性的概念。他强调了从寄主—病原物关系的角度来认识和利用抗病性，在其后20年中引起很大反响。但也带来不少争议和各种类似的或不尽相似的名词和概念。如专化和非专化抗性，主效或微效基因抗性，单基因或多基因抗性，真抗性、持久抗性、一般抗性、田间抗性等。但很多人仍沿用垂直抗性和水平抗性两个名词来表示专化与非专化关系。

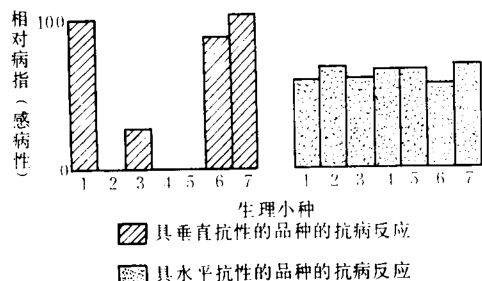


图2　垂直抗性和水平抗性的对比

垂直抗性是由少数主效基因决定的，抗病程度表现较强，常呈免疫或高抗反应，分离世代抗感分明，便于选择；而水平抗性则往往是由多数微效基因所决定的，抗病程度表现较弱，后代分离不够明显，不易进行选择。由于垂直抗性的小种专化特性，在大面积上推广单一垂直抗性品种常会对病原菌生理小种群体形成选择压力，使对该品种无毒性的小种比重下降，有毒性的小种比重上升，最后导致品种丧失其原有的抗病性，这是垂直抗性的致命弱点。而水平抗性则抗病性相对较稳定，具有水平抗性的品种能够在生产上应用时间较长，稳产性也较好。例如马铃薯抗晚疫病、大麦抗叶锈病以及玉米抗锈病的育种中，都是利用水平抗性而得到成功的事例。

但是抗病性的丧失并不完全由于垂直抗性所致，而是大面积使用单一垂直抗源的结果。因此，合理运用多样化抗源，减少对病菌群体的选择压力，延长抗病品种的有效期限是重要的策略。

抗源轮换　即在旧抗源丧失抗性之后用新抗源取而代之。这就要求对病原物生理小种的流行有预见性、抗源丰富，才能更有针对性地开展抗病育种工作。

抗源积累　即通过杂交将数个抗源集中到同一品种，从而延缓抗病性的丧失。这是形成抗源多样化的一种形式。应用抗源积累需要的时间较长，要制订出长远工作计划，有步骤地实施。如果所用抗源都属垂直抗性，仍有可能形成选择压力，导致抗性丧失。

多系品种　即通过回交办法，育成多个具有不同抗病基因的近等位基因系，然后混合种植。这是使种植在同一地块上的品种具有抗源多样化。这样既可防止优势小种出现，又可延缓病原物增殖繁衍的速度。

抗源布局　即在不同地区或不同地块上种植含有不同抗病基因的品种，从而避免病害流行，延长抗病品种使用年限。这是在较大范围上使抗源多样化。

水平抗性利用　从理论上讲，水平抗性不会对病原物生理小种产生选择压力，应该是防止抗性丧失的最有效手段。实际上由于它遗传复杂，抗性不强，在分离世代不易辨认，在抗病育种中应用尚不够广泛。近20年来，由于人们对于寄主—病原物关系的进一步理解，也找了一些利用水平抗性的途径和方法。例如F．G．H．卢普顿(Lupton)以严重度为指标选育抗条锈病品种；E．L．夏普(Sharp)通过积累微效基因得

到抗条锈病材料；R.A.鲁宾逊(Robinson)等提倡利用随机多交、轮回选择等办法进行水平抗性或一般抗性育种；R.维拉里尔(Villareal)研究鉴定和利用水稻慢瘟性方法等。今后随着育种与病害研究方法和技术的改进，水平抗性在抗病育种中的作用将会进一步得到重视。（杨作民）

抗虫性鉴定 (evaluation of insect resistance) 对作物品种、品系或种质对特定害虫抵抗的能力作出正确评价。是作物抗虫育种的基础工作。作物的抗虫性有3种表现：①拒虫性。使害虫不吃它或不在它上面产卵；②抗生性。在与害虫斗争过程中占优势，使害虫生长不良，直至死亡；③耐虫性。虽遭受虫害，但能补偿生长。抗虫性鉴定最终应以作物产量为依据。

抗虫性鉴定的具体做法因作物、因虫而异。总的要求是方法既不复杂又能如实反映抗虫程度。鉴定场所可分为自然环境和人为环境两类。在自然环境下鉴定即田间鉴定，又有依害虫自然发生和人工接虫两种作法。田间鉴定的优点是能直接反映作物品种间抗虫性的全面差异，从中发现高抗单株。缺点是易受气候和害虫天敌的干扰，特别是在进行产量评价时还要受土壤肥力均匀与否，以及作物品种间不同生产性能的影响。因此，必须了解作物生长发育的一般规律和鉴定所在地区的环境条件特点，运用田间技术、取样方法和统计分析技术，才能做出正确评价。此外还应多点进行，并至少有一年的重复。

人为环境内的鉴定包括在温室、实验室、生长箱内进行的室内鉴定。需进行人工接种。主要应用于大量种质资源的初步筛选工作。但由于室内人为环境不能完全反映田间自然环境，所得结果只是初步的，以后要挑选其中某些材料使用时，仍需在田间重复鉴定。

因害虫为害时作物所处生育期之不同，鉴定又可分为苗期鉴定和成株鉴定。蚜虫在作物全生育期均可发生，这为了节约空间和便于筛选，抗蚜性鉴定常在苗期进行。螟虫主要为害作物的茎秆，故抗螟性鉴定应在作物成株期进行。

鉴定用的指标可分为作物反应指标和害虫反应指标两类。前者如叶部变形(缺刻、排孔、卷曲等)、植株变形(矮化、畸形、枯心等)，一般不易精确定量，在田间应用较多。后者有反映拒虫性的，如成虫飞集数、落卵数以及幼虫蛀入前徘徊时间等。也有反映抗生性的，如增殖数、脱皮数、排粪(蜜)量等，较易精确定量，在室内应用较多。耐虫性鉴定必须贯串全生育期，它的主要指标是前期虫量不低于感虫对照，所得产量不低于抗虫对照，故只能在田间鉴定。

此外，也可以通过饲养试验来鉴定抗虫性。如中国农业科学院植物保护研究所将不同玉米材料的心叶组织液加到冻干人工饲料中饲养玉米螟，经过一段饲养之后，可从玉米螟幼虫增重之不同推断不同材料抗螟性的强弱。该院棉花研究所将粗棉酚加入棉铃虫人工饲料中，研究幼虫吃下的粗棉酚量与增重速度间的关系，再根据不同棉花品种粗棉酚含量多少推断抗棉铃虫能力的强弱。

为了鉴定结果便于相互比较，无论是室内鉴定或田间鉴定，都应逐步走向标准化。一些发达国家及国际作物研究机构均就抗虫性鉴定方法作出明确规定，其中有些已为多数国家所采用。**国际水稻研究所**对造成明显症状的害虫如飞虱、叶蝉、水蝇、卷叶螟等所造成的症状采用分级评价法。对螟虫及瘿蚊则直接估计被害株率。此外还规定了抗虫和感虫对照标准。（曹骥）

抗虫育种 (breeding for insect resistance) 以选育能抗一至数种害虫为主要目标的作物育种工作。它是病虫害综合治理的基础工作之一，需要由作物育种学家、昆虫学家及其它有关学科的专家协作完成。育种家的任务是运用作物的抗虫遗传特性，选育高产、优质、抗虫的新品种。昆虫学家的任务是根据害虫为害特点确定正确的鉴定方法，包括养虫、接虫、抗性等级划分等。抗源的引进和筛选可由双方合作进行，而有关抗虫性机理的研究则有时需要生物化学家的合作。

1792年J.N.黑文斯(Havens)报道了小麦品种Underhill抗瘿蚊的情况；1872年法国利用美洲葡萄作砧木，解决了根蚜对欧洲葡萄为害的问题。大田作物的抗虫育种一直局限于少数作物害虫。二次世界大战后，由于杀虫剂的广泛应用，一度对抗虫育种工作有所放松。60年代后期，人们逐渐认识到杀虫剂的局限性（导致害虫的抗药性和环境污染）之后，才转而致力于抗虫育种工作，使其成为病虫害综合治理的基础环节之一，并取得较大进展。美国在防治小麦、玉米、高粱、棉花、大豆、苜蓿等作物的主要害虫上，几乎都选育出成套的抗虫品种。苏联用化学诱变的方法，获得抗玉米螟能力大幅度提高的玉米自交系和它们的单交种ВИР40×ВИР27。印度旁遮普大学用辐射诱变法育成一种米象不喜危害的水稻品种，从而减少了贮藏损耗。国际水稻研究所育成的从IR8到IR54的一系列品种（除IR22外）中，对8种主要害虫至少能抗1种，其中IR28、29、30、34等对褐稻虱的三种生物型均属高抗，对抑制该虫危害具有很高利用价值。

中国早在30年代即曾用中棉与陆地棉杂交育成了抗棉卷叶虫的鸡脚穗字棉。50年代又利用西农6028和南大2419等较抗吸浆虫的品种，减轻了关中地区小麦吸浆虫的为害。80年代利用种间杂交新技术，获得10个

野生棉和陆地棉杂交种，其中包括澳大利亚比克氏棉的杂交后代。比克氏棉茎叶含有棉酚，能抗害虫，但种子无棉酚，可榨油；用它与科遗181杂交，后代兼具双亲优点。

作物品种的抗虫性机理因作物和害虫的种类而不同。有些抗虫性是由某些形态结构特征决定的，如茎叶有毛不利于某些害虫产卵和摄食，组织坚韧或茎秆实心不利于咀嚼式口器害虫如玉米螟、麦锯蜂等为害。有些抗虫性的机制在于寄主体内含有某些不利于害虫生存的物质，玉米中丁布含量与对玉米一化螟的抗性有关，花蕾中棉酚含量高的棉花品种，对棉铃虫幼虫可增加死亡率。

作物抗虫性有寡基因抗性和多基因抗性之别。前者是由一个或少数主效基因决定的，后者由多个微效基因决定的。一般地说，寡基因抗性抗虫程度较强，但大面积推广以后抗性常会逐渐下降以至丧失。主要是害虫在强大的选择压力下逐渐形成新的能克服这种抗性的生物型所致。多基因抗性抗虫能力较弱，但较持久，常表现为数量遗传方式，基因不容易确定。好的育种材料应该既有主效基因，又有微效基因，以便兼有二者之长。事实上这两种基因可以共存于同一材料之中。

进行抗虫育种工作的第一步是寻找抗虫亲本。一般抗源多存在于虫害经常发生的地区，因此可在本地材料中筛选抗源，也可从世界各地所保存的种质资源中筛选，还可到野生亲缘植物中去寻找。掌握了抗源之后，可以通过杂交或远缘杂交，将抗虫特性转到综合性状良好的农艺亲本上去。美国利用小麦与黑麦杂交育成抗麦二叉蚜C型品种 Amigo，其抗性基因位于1A染色体上。

抗虫育种最常用的方法是杂交育种，辅之以辐射引变。对于寡基因抗性，可采用回交育种法，将抗虫性转入综合性状优良的轮回亲本中去，美国曾运用多次回交的方法育成了抗欧洲玉米螟等多种害虫的玉米推广品种。当需要将数种抗虫性综合到一起，创造多抗性品种时，可采用逐步回交、聚合回交或复合杂交的方法。对于多基因抗性则可采用轮回选择方法。

在杂交后代选择时，由于需要兼顾抗虫性、农艺性状和其它育种目标所要求的性状，特别是要求兼抗数种虫害，要适当加大后代群体数量，以利于提高选择效果。还要注意进行人工接种，以保证选择的有效性。对于抗性程度的考虑，既要重视高抗材料的选择，也不应忽视中度抗性材料，因为在综合治理中，中度抗虫材料配合施用杀虫剂，可能是行之有效的办法。

80年代以来各国昆虫学家为了加快抗源的发掘，使用了在昆虫的人工饲料中加入抗虫植物提取液的办法，获得成功。美国将从墨西哥采到的棉花原始株系的提取液用于测试对红铃虫的作用，用薄膜饲液法测植物成分对多种蚜虫的抗性。中国也掌握了利用人工饲料寻找抗源的方法，开始在玉米抗虫育种上应用。

参考书目

Maxwell, F. G. & Jennings, P. R., *Breeding plants resistant to insects*, 1 Jonn Wiley & Sons. USA 1980.

（曹　骥）

抗寒性鉴定 (evaluation of cold resistance) 对作物品种、品系或种质抵抗或忍耐低温寒冷天气能力的评价。进行抗寒性鉴定，选育抗寒品种，提高作物的抗寒水平，是在经常发生寒害地区保证稳产的重要手段。

寒害可分为冻害和低温冷害两种。冻害指0℃以下低温对越冬作物所造成的伤害。主要发生在冬季寒冷地区：中国的华北北部和新疆；苏联的乌克兰中、北部，伏尔加河中游；美国的中、北部和加拿大南部等。冷害是指0℃以上低温对作物造成的伤害。主要是春季苗期和秋季灌浆期较低温度对春播作物危害，在广大温带地区均有发生。

作物遭受冻害，由于细胞间隙结冰，发生脱水损伤、机械损伤和渗透损伤。冻害能使膜蛋白质变性，膜脂——蛋白质互相作用改变，造成细胞内物质（K^+离子与糖等）外渗和水渗入组织，K^+离子置换膜上的Ca^{++}离子，使膜系统破坏，叶绿体和线粒体失调，严重时死亡。此外，地表结冰所造成的窒息，表土掀耸所引起的拉伤，早春的冻融交替和积雪覆盖造成病害严重发生，均会造成死苗。

作物遇到冷害时，首先是降低生物膜的流动性，导致质膜ATP失活；一方面使细胞主动吸收与运输功能降低或丧失，根的吸收能力减弱，机体内物质运输受阻；另一方面又引起细胞内物质异常移动与细胞内溶质外渗，膨压丧失；结果破坏了机体的物质平衡，光合作用及生理生化过程失调，无氧呼吸增高，有毒物质积累，植株萎蔫，直至死亡。冷害还表现为出苗迟缓，出苗率降低，生长发育缓慢，花粉败育或发育不良，空壳率增多等。

抗寒性鉴定可分为田间自然鉴定、人工模拟鉴定和实验室间接鉴定。其中常用和较有效的是田间自然鉴定，即在具有区分性寒害胁迫条件下鉴定不同基因型对寒害反应的差异。

田间自然鉴定　鉴定越冬作物对冻害的抵抗能力一般以越冬存活率（SR）或田间存活指数（FSI）表示。方法是在冬前定点计数单位面积上的总株数（或蘖数），冬后数同一面积上的存活株数（或蘖数），二者相除（冬后/冬前）得出越冬存活率。用供试材料的存活率/对照品种的存活率，即得出该材料的田间存活指数。亦可根据春季返青时冻死枯叶所占比重的大小定出冻害程度的轻、中、重等级。

玉米抗冷性鉴定采用分期播种的办法使材料在苗期或灌浆期遭遇低温冷害。苗期鉴定指标有出苗率(代表低温下幼苗出土能力)、出苗指数(低温下出苗快慢)和干物重(低温下幼苗生长能力)等。亦可根据叶龄指数的大小推断遭受冷害的程度。

玉米灌浆期抗冷性鉴定通常以晚播品种籽粒灌浆速度、千粒重、穗粒重与适期播种的结果比较来评价抗冷性。水稻也可利用分期播种或冷水串灌的办法使其在自然条件下遇到低温，然后根据萎蔫状况，恢复率或存活率，花粉败育情况，空壳率或结实率，籽粒产量等确定冷害等级，并与对照品种作比较。

田间自然鉴定结果的可靠性受天气及土壤条件等的制约。一时一地的结果常无代表性，需综合多年多点结果才能得出较客观的评定。此外，田间一些微小差异如地表坑洼不平和施肥不匀等均会对抗寒性的表现有影响。为此，进行抗寒性鉴定必须注意精耕细作及栽培管理的一致性。

人工模拟鉴定　在人工控制的，比较一致的条件下进行抗寒性鉴定。它可以弥补自然条件变化无常的缺点，减少环境与基因型互作的影响。冬小麦模拟冷冻鉴定，是把供试材料播于乙烯或木制箱中，使其在自然条件下生长，经过一段时间的锻炼(锻炼时温度0～3℃)后，移入冰箱或人工气候箱在一定低温下进行一定时间的冷冻，然后按存活率或半致死温度(ＬＴ50)评价苗期抗冻性。人工气候箱可按一定程序进行变温处理，故所得结果更接近自然条件下的抗冻性。

玉米抗冷性人工模拟鉴定是按植株不同生育期结合与不同温度和不同持续时间进行的。芽期鉴定温度为0～2℃，处理8～10天，苗期2～3℃，6～8天，灌浆期15～17℃。水稻苗期鉴定温度为8℃，96小时，花粉母细胞减数分裂期12℃，96小时。

人工模拟鉴定常与田间自然鉴定或某些间接鉴定对应进行，结果互相参照，综合评定，所得结论更为可靠。

实验室间接鉴定　根据作物某些生理生化指标间接推断供试材料的抗寒性，包括以下方法：

电导率法　质膜对寒害最敏感，寒害能使质膜受损伤，透性加大，细胞内离子(主要是K^+离子)外渗增多，电导率加大。因此可以用电导仪测定溶液的电导率，计算受膜透性变化情况，间接推断材料受寒害程度。计算公式为：

$$质膜透性(\%)=\frac{受寒害后的电导率}{煮沸后的电导率}\times 100\%$$

电阻法　此法与电导率法原理相同，但方向相反。由于电导值越大电阻越小，故电阻值越大表示抗寒性越强。电阻值可以用电阻仪直接在植株上测得，操作极为方便。

细胞液浓度法　细胞液中含有糖类和有机酸，它们在寒害条件下对细胞有保护作用。例如冬小麦分蘖节细胞液浓度与植株抗冻性呈正相关，因此测定分蘖节细胞液浓度可以间接推断供试材料的抗冻害能力。

ＴＴＣ法　即氯化三苯四氮唑还原法。此法的原理是测定细胞内脱氢酶的活性，间接推断供试材料的抗寒性。脱氢酶酸能使氯化三苯四氮唑还原，生成不溶于水的红色三苯基甲腙，可用酒精提取后再用分光光度计进行定量。生成的三苯基甲腙量越大，说明脱氧酶的活性越强，冻害的程度也越大。

由于抗寒性机理比较复杂，根据单项生理指标测定的结论常不够准确，须与其它方法参照进行。

(张玉良　赵玉田)

抗旱性鉴定 (evalution of drought resistance)　对作物品种和种质资源在土壤水分不足或大气干旱条件下，经济有效地利用水分，获得较高产量能力的评价。通过抗旱性鉴定，选用抗旱的品种，在干旱条件下能够比不抗旱的品种获得较高产量；在旱情偶发地区也能保证相对稳定的产量。

作物的抗旱性是一种复杂的植物与环境反应。它一方面受不同干旱环境条件的制约，另一方面又取决于作物本身的抗旱机制的作用。例如按旱情持续时间分，有持续干旱、间歇干旱、偶发干旱之分。按作物受旱时期分，有早期干旱、中期干旱、晚期干旱和不定期干旱之别。砂性土壤保水能力小，旱害是突发的，植株前期生长虽然良好，但当根系吸不上水分时便会因受旱而死亡。粘性土壤保水力强，随着旱情的发展，供水量逐渐减少，植株生长减慢，但延续时间较长才达到萎蔫点。抗旱类型则有避旱(如干旱发生晚时，早熟品种已成熟而未受旱)、抗旱(例如在同样干旱条件下，由于根系吸水力强，或者气孔能够控制蒸发，因而未呈现受旱症状)、耐旱(植株受旱细胞内水势降低后，产生渗透调节有助于保持细胞膨压和进行光合生产，使得受旱影响较少)之别。因此进行作物抗旱性鉴定，首先要弄清本地区的旱情特点和土壤水分状况，再针对这种特定目标环境选用相适宜的鉴定方法，才能使抗旱性鉴定收到实际效果。

抗旱性鉴定方法，因干旱环境、作物种类和工作条件而异。大体可分为田间自然鉴定、人工模拟鉴定和间接鉴定等三类。

田间自然鉴定　将供试材料播种于田间，使其在干旱条件下生长，然后根据植株生长状况、萎蔫早晚、严重程度以及存活率、干物重、籽粒产量等来判断抗旱性的强弱。由于有些抗旱指标难以定量，并且鉴定抗旱性的最终目的是在受旱情况下能够获得较高产量，因此一般常以最后产量结果为主要依据，其它抗旱指标所得到的鉴定结果只作为参考。由于材料本身的产量潜力及其在干旱条件下表现出的抗旱能力是混淆不

清的、不能只根据绝对产量作出判断，应当把同一材料分别种植在干旱条件和水分充足条件（如人工灌水）下，然后根据干旱条件下的产量占灌水产量的百分比大小来判断抗旱性强弱。进行田间自然鉴定时，还要注意试验地和栽培管理条件的均匀性与一致性，以减少鉴定误差。

由于受气候环境的影响，年度间干旱条件可能不一致，进行田间自然鉴定要有多年（三年以上）和多点的试验结果，才能作出比较正确的评价。

人工模拟鉴定　在人工控制的气候室（箱）内或防雨棚下，利用不同程度缺水状态进行作物不同生育期的抗旱性鉴定。这种方法可以弥补田间自然鉴定时无法控制环境条件的不足，一般结果比较可靠，但要求条件严格，成本较高。苏联利用人工气候箱鉴定了上万份小麦品种材料，明确了小麦品种的抗旱性与地理生态区有密切关系，鉴定筛选出了一批抗源，建立起小麦抗旱基因库。设在印度的国际半干旱地区热带作物研究中心，采用苗期反复干旱法鉴定了上万份高粱品种材料，从中筛选出40～60份抗旱性强的材料，作为抗旱育种亲本。

渗透势溶液法是一种人工模拟的抗旱性鉴定方法。做法是将水培或砂培的不同品种幼苗，置于不同渗透势溶液（含聚乙二醇、D-甘露醇、蔗糖、生理盐类等）下，进行逐渐干旱、突然干旱或反复干旱等不同处理，根据形态反应和生理变化为指标，判断其抗旱性强弱。此方法适于对大量材料进行苗期筛选，不适用于成株鉴定。

间接鉴定　根据与抗旱性有关的形态特征、生物学和生理生化特性为指标，间接地判断抗旱性强弱。人们曾在这方面做了大量工作，发现作物成熟早晚，生长习性（有限或无限习性），根系发育情况，叶片气孔多少和开闭习性，气孔阻力，角质层蜡质含量及构造，穗部有无芒和绒毛，叶片宽窄，分蘖多少，叶片的水势、膨压、渗透压、保水力、细胞外渗液电导率、脯氨酸和脱落酸含量、净光合率、呼吸强度、生物膜的组分、功能，以及有关酶的活性变化等都与抗旱性有一定关系。但这些方法很多尚不成熟，结果相互矛盾，有待进一步验证。有些结果虽然可靠，但操作过于费事，不适于用作大批量材料的测定。目前比较可行的方法是：①水稻拔苗测定法。J. C. 奥图尔（O'Toole）、M. A. 马圭林（Maguling）（1981）认为在同样育秧条件下，对不同水稻品种拔苗时用力大小，与根系数量、长度和分枝多少相关，并且苗期根系的发育状况又与成株期的根系发育相关。此法可免除挖根研究及玻璃盒面上观察根系的不便，曾在国际水稻研究所用于大量材料的苗期抗旱性鉴定。②卷叶测定法。植株遇旱时出现卷叶可以减少叶面蒸腾、保持细胞水势，因而有利于抗旱。J. C. 奥图尔及**张德慈**（1979）在**国际水稻研究所**用目测卷叶及干尖程度的方法，鉴定水稻品种材料的抗旱性，一年可鉴定筛选2 000个品系。③红外线摄影法。气孔关闭可以防止水分丧失，但观察气孔开闭十分麻烦，难以应用。人们发现气孔张开时由于蒸发散热，叶面温度降低，而气孔关闭时则温度上升。按照这种原理，利用红外线摄影技术在距地面200～300米高度拍照，可以根据图片颜色反映分析判断供试材料的抗旱性强弱。

（胡荣海）

抗逆育种 (breeding for stress tolerance)

以选育能够适应或抵御干旱、湿涝、高温、低温、盐、碱等不良环境条件为主要目标的作物育种工作。选育抗逆品种，可使作物在逆境条件下保持相对稳产。抗逆品种的利用，可以把某些农作物的种植区域扩大，使一些环境条件恶劣的未耕地区得到利用，这对解决日益增长的世界人口的食物供应，具有重大意义。

世界总耕地面积的42.9%属干旱和半干旱地带，遍布50多个国家和地区。中国北方15个省（自治区）的部分地区为旱地农业区，无灌溉条件的耕地占耕地总面积的51.9%。世界上盐渍土面积约占地球上陆地面积的10%，涉及100多个国家。冷害和冻害在世界各地时有发生。很多酸性土壤地区则有铝害问题。因此，进行抗逆育种具有战略意义。这一点，已逐渐为人们所认识。

概况　早期的育种工作，一般注重品种对不良环境条件适应性的选育，因而抗逆品种往往来自具有相应逆境的地区。世界上最抗寒的小麦品种大都来自苏联、中国的北方和美国的中部平原等地区，耐盐碱品种常来自盐碱地区。全面的抗逆性研究始于20世纪初期，苏联K.A. 马克西莫夫（Максимов）很早就开始了植物抗旱性研究，全苏作物栽培研究所专门设有抗寒和抗旱研究室，进行了大量抗逆生理及筛选鉴定工作。美国早期建立的盐分实验室创立了一套抗盐筛选的方法，多年来美国学者从生理生化角度对抗逆机理及其育种理论、方法进行了深入的研究。

1960年以来陆续建立的13个国际农业研究机构中，有7个已开展了不同类型的抗逆育种工作。**国际水稻研究所**从1970年起，以抗旱、抗寒、耐湿及耐不良土壤条件为目标进行了水稻育种工作。1973～1980年对28 744个水稻品种、品系进行了旱地筛选鉴定，育成ⅠR1746-226-1、ⅠR1750-F5B-5等抗旱水稻品系，80年代后又育成ⅠR13146水稻旱种新品种。他们还从近2万份种质资源中筛选出10余个抗寒亲本材料，培育出了高度抗寒的水稻良种；从5 000个品系中选出几百个抗盐水稻品种材料；此外，还筛选出耐碱、耐铝、耐缺铁、耐缺锌、耐缺磷的水稻品种和品系。**国际玉米小麦改良中心**于1976年开始了热带玉米的抗旱育种

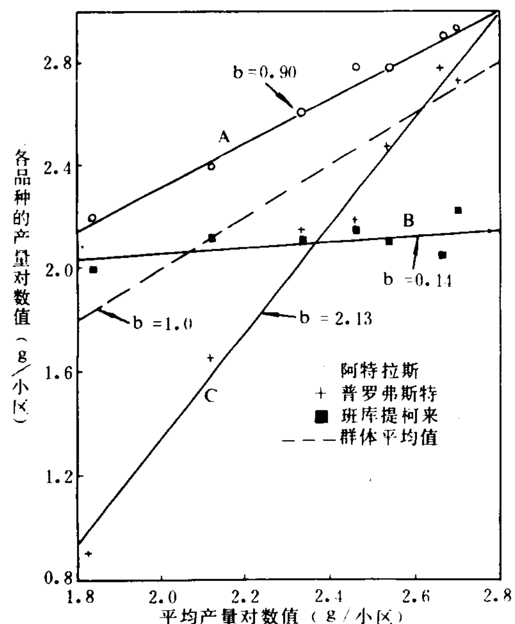
工作，以轮回选择的方法开展了玉米开花期抗旱性的改良，还在小麦抗铝害方面进行了研究，育成耐铝、高产小麦品种Alondra "S"等。**国际热带半干旱地区作物研究所**从1975年开始进行高粱抗旱性改良工作，至1981年已完成1 255份种质材料和600份高代育种材料的田间筛选，获得150个有希望的品系供育种应用。

70年代以来，抗逆性研究在田间试验的基础上还利用人工气候室和其他控制条件，采取人工模拟各种逆境，开展一系列生理生化特性的测试，并进行了机理和应用的研究。1976年R.J. 汉克斯(Hanks)等对喷灌系统的设计，为田间筛选创造了各种所需强度的水分胁迫条件。利用聚乙二醇(旱)、氯化钠(盐)、氯化铝（铝）等化学药剂，模拟各种逆境的胁迫因子进行抗逆性研究，在抗逆育种中起到了积极作用。美国许多实验室应用组织培养进行作物抗盐、抗冷和抗旱等研究。国际水稻研究所于1979年用含盐2%的培养基培育了水稻种子基部的细胞，经大量筛选获得几千株耐盐再生植株。

中国耐盐性鉴定始于20世纪50年代，华北农业科学研究所以及辽宁、吉林白城、河北沧州、山东德州、天津、江苏、新疆等地的科学工作者，先后展开了作物耐盐性研究。江苏省农业科学院从1975年开始麦类作物耐湿性鉴定，共选出耐湿小麦品种80余份。上海农业科学院进行耐湿性生理指标的研究，曾以湿害条件下的伤流量作为测定小麦品种耐湿性的指标。70年代以来，**中国农业科学院作物品种资源研究所**对小麦、水稻、玉米、粟、大豆等作物的万余份材料进行了抗寒性和耐盐性鉴定，筛选出若干抗逆品种供生产和育种应用。中国科学院水土保持研究所、植物生理研究所等单位，还对抗旱指标、机理进行了研究。

方法　进行抗逆育种，首先要根据当地逆境条件制定相应的育种目标，并分清主次。其次是搜集和筛选抗源。应特别着重从当地或条件相似地区的古老地方品种中筛选，也要利用世界各国独特的抗源材料，美国和墨西哥的抗旱玉米综合种Tuxpeno，中国的抗寒水稻品种雪河矮早、抗寒小麦品种燕大1817，澳大利亚的抗旱小麦品种Tincurrin等，都属较好的抗源材料。然后通过**杂交育种**(包括单交、复交、轮回选择、远缘杂交等)，选育出抗逆性与其它综合性状兼优的品种。

选择鉴定　进行抗逆育种的最有效途径是在自然逆境条件下进行选育，也可通过人工模拟环境条件或根据间接指标进行选择。不论哪一种途径，其最终评价指标是直接种植在逆境条件下的表现，特别是产量的高低。但是，由于不同年份和地点的环境条件变化，以及基因型与环境条件之间的互作，一时一地所得到的绝对产量往往不能作为决定取舍的依据。因此人们提出应用逆境反应回归的方法进行抗逆稳定性分析。1963年K.W.芬雷(Finlay)和G.N.威尔金森(Wilkinson)将277个大麦品种种于不同干旱程度的若干小区内，以每小区中全部品种的平均产量为自变量，每个品种在各小区的产量为应变量进行回归分析，得到回归曲线如图所示。从图中既可看出各参试品种在不同程度逆境中的产量高低，又可比较它们在最佳生长条件下的产量。所得回归曲线的斜率即回归系数，可用以度量产量的稳定程度，回归系数越小，稳定性越好。图中的回归系数（0.90）与群体的（1.0）相近，但产量明显为高，因而是最佳选择。1978年R.A.费歇尔(Fischer)和R.莫勒(Maurer)用相对产量代替绝对产量，改进了芬雷等的方法。回归分析法的原理，在于以每个小区中全部品种的平均产量(群体平均值)代表其所在小区的逆境程度，从而将环境条件数量化，据此得出的结论也较为全面。



大麦不同品种在不同环境中的产量回归图

随着抗逆性间接鉴定方法的不断发展，人们提出了分析育种法，即不是直接根据抗逆性本身表现和产量，而是根据与抗逆性和最后产量相关的形态结构、性状、生物学特性和生理生化指标来选育抗逆品种。1981年费歇尔提出两条途径，一条是"未知系统分析途径"，即从观察产量差异入手分析出可能的重要相关性状；另一条是"理想型途径"，即从各种性状与逆境的相互关系来研究它们对产量形成的影响，明确理想抗逆品种所应具有的一些性状和特性。两者虽方向相反，但殊途同归，最后都是通过综合各种重要性状特性，选育出适应某种特定逆境的抗逆品种。

参考书目

Christainsen, M. N. and Lewis, C. F., *Breeding plants*

for less favorable environments. John Wiley & Sons Inc. New York. 1982.

（祁葆滋）

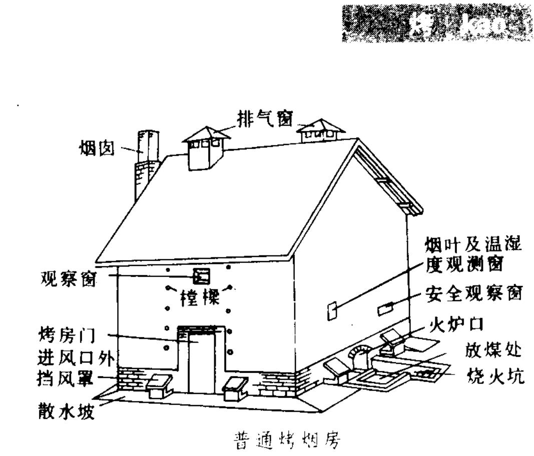
烤烟 (flue-cured tobacco) 烟草的主要类型。烟叶通过烤房火管加热调制，又称火管烤烟。因源于美国弗吉尼亚州，也称弗吉尼亚烟。是卷烟工业的主要原料。也可作斗烟，是世界上栽培面积最大的烟草类型。1981年接近世界烟草总产量的一半，主产国有中国、美国、巴西、印度、津巴布韦，其次为加拿大、日本、南朝鲜、泰国。1900年中国台湾省最早引进种植。1910～1916年先后在山东潍县、河南襄城、安徽凤阳等地试种。1937～1941年四川、云南、贵州先后试种，1948～1950年福建永定引种，随后传播各地。

烤烟叶片在植株上分布比较疏散而均匀，厚薄适中，中部叶品质最好。适宜在结构良好的壤土和沙质壤土上栽培。多数国家的种植密度为每公顷1.3万～1.6万株，中国为1.9万～2.7万株。栽培过程中要打顶（去顶芽）、抹杈（去腋芽），不宜施用过多的氮素肥料，根据叶片成熟度分次采收烘烤。烟叶烤后呈金黄色，含糖量较高，蛋白质含量较低，尼古丁含量中等。中国烤烟栽培面积常在53万公顷左右。有22个省（自治区）近900个县、市种植，主产区分布在河南、山东、云南、贵州、湖南、安徽、广西、四川、湖北、福建、广东、陕西、黑龙江、辽宁、吉林等省（自治区），江苏、河北、江西、内蒙古、甘肃、山西等地种植面积较小。各地栽培多为春烟，少数为夏烟，冬季温暖的地方有冬烟。

（洪其琨）

烤烟房 (tobacco curing barn) 对成熟的烤烟烟叶进行初加工的专用房屋，主要包括装烟室、加热设备和通风系统。烤烟房有自然通风和机械通风的两种形式。自然通风包括气流上升式、气流下降式及巷（隧）道式。这些烤烟房也可装轴流通风机作排湿的辅助设备；机械通风式即密集（堆积）烤烟房。以自然通风气流上升式的普通烤烟房（见图）和密集烤烟房使用最普遍。

普通烤烟房 于19世纪中期首先在美国应用。中国自有烤烟生产以来一直采用这种烤房，在20世纪50年代后其性能不断地完善。装烟室用砖或泥土砌筑，墙体和房顶应密闭保温。在墙基和室内的地面装有冷风和暖风进风口，屋顶装有排气窗口，进风口和排气窗的面积由烟叶含水量、总装烟量等因素确定，并装有小活动门，便于在烘烤过程中调节进风量和排气量。一般每次烤出干烟叶在100千克以下的为小型烤房；100～300千克为中型；300千克以上为大型烤房。在烤房的背风面墙上，安装供装卸烟叶用的小门，在火炉一侧



普通烤烟房

的山墙上开一小窗，以观察烟叶的变化和烤烟房内的温湿度。用以观察烤房内火管安全情况的小窗装在火炉的上方。在装烟室内装有挂烟用的木梁，底层应距地面1.7～2米，一般设5～6层，层距的大小应保证挂入最长烟叶时两层烟叶之间有10厘米空隙。加热设备包括装烟室内的火炉、火管以及砌筑在装烟室外面的烟囱，要能供应烟叶在烘烤过程中所需要的热量，并使烤烟房内的平面温度均匀一致，一般小型和中型的烤烟房，火炉炉篦面积为0.19～0.53平方米，炉壁厚8～12厘米，对火管的要求如下表

烤房火管规格表

各段名称	内截面积（m^2）	壁厚（cm）	坡度（%）	材料
主火管	0.06～0.13	5～6	5～6	土坯或陶管
分叉火管	0.05～0.10	3	2～3	土坯或瓦管
边火管	0.05～0.10	1.5或0.2	0.3～0.55	土坯或铁皮管
其他火管	0.05～0.10	1.5或0.2	无	土坯或铁皮管

烟囱应高出屋脊0.5～1米。下口面积0.0576～0.1296平方米，出口为0.0256～0.04平方米。暖风道的设置是在火炉两侧各开一进风口为向里延伸并在主火管底部汇合，然后分别伸向两侧，并各开3～5个向上的出风口，由于进风经火炉两侧和主火管底部加热，进风的温度一般可提高10～20℃。

密集烤房 1960年美国W.H.约翰逊（Johnson）等人研究成功的一种新型烤房，也称堆积烤房。主要特点①采用机械强制通风。②改变了传统的绑烟叶方式，采用烟夹或烟箱将烟叶密集地装夹在一起，装烟密度为普通烤烟房的1～6倍。③装烟室体积仅为普通烤烟房的1/4左右。④用液体或气体燃料。⑤烘烤过程中的温度和湿度可自动控制。据日本三洲产业株式会社统计，20世纪80年代初，密集烤房的应用率日本为100%，加拿大75%，美国45%。中国山东、河南、安徽、广东、台湾等省曾引进了日本等国的密集烤房，并于1981年研究成功以柴油为燃料的密集烘烤设备。

气流下降式烤房 空气是由装烟室的上部向下流

动，火炉在一山墙的正中，向两旁引出的火管沿前后墙分别延伸到对面山墙，然后向上返回，并在火炉上方汇合进入烟囱。在装烟室内沿火管砌隔热墙，在墙基与装烟室的墙基交错处开设进风洞。在烤烟房的正中地面上挖砌排气沟，沟上加盖并留4～5个排气孔，排气沟用铁皮管与在烟囱中间的排气管连接。烟囱即为双层套管结构，外管排烟，并利用烟气的余热加强内管的排湿能力。烘烤时室外的冷空气经火管加热后上升到烤房顶部，然后下降穿过烟叶间，至地面经排气孔进入排气沟和排气管排出烤烟房。当烤烟房的进风洞和排气管关闭时，烤房底部的冷空气经隔热墙下的进风洞进入夹墙被加热形成循环气流。装卸烟叶的小门安在与火炉相对的山墙上，在室内架设挂烟用的木梁4～5层。

巷(隧)道式烤房　一长条形的建筑物，其长度包括挂烟室和回潮室可达50米，一般宽2～4米，高2.5～3米，在烘烤室的一端砌筑火炉，一般装3根火管，一直延伸到另一端后进入烟囱。这样烘烤室火炉一端的高温区为干筋段，火管向前延伸时温度逐渐降低，至末端的低温区为烟叶变黄段，而中间则为定色段。在挂烟室把烟叶挂在架车上后，从低温区推入，变黄适度后推至中段定色，最后在高温段干筋。进风洞和排气窗主要开设在定色段，在变黄和干筋段只设少量的进风洞和排气窗。烟叶完全烤干后推入回潮室，将变黄和定色段排出的潮气引入该室使烟叶回潮。这种烤房适用于较大的烟区，采收和烘烤各阶段密切配合，才能保证连续每天装烟和出烟，发挥出它的最大效益。

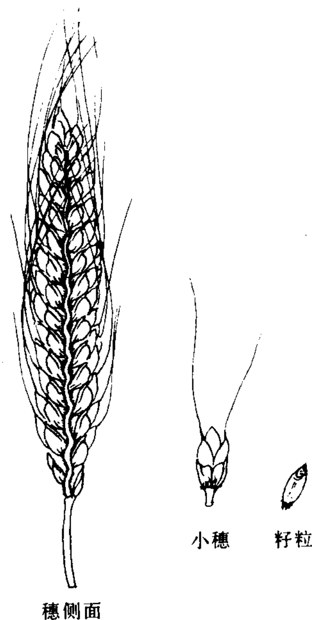
鉴于烘烤烟叶需要消耗大量燃料，中国、美国、保加利亚、日本等国都开展了利用太阳能烘烤烟叶的研究，但由于太阳能的贮存问题至今尚未解决，只能作为辅助能源。

（李雪震）

科尔希二粒小麦　小麦属的四倍体种之一，学名*Triticum paleo-colchicum* Men.，又名*T.georgicum* Dek.或*T. karamyschevii* Nevski。染色体数2n＝4x＝28，染色体组型为AABB。为原始栽培种，生产上已不利用。秆高而壮，叶和茎节均有长毛；穗扁平，小穗排列很密，穗轴呈曲折状，芒细软而短（2～5厘米）。仅在苏联格鲁吉亚西部马卡小麦的麦田中发现，类型较少，有3个变种（见图）。

幼苗匍匐，分蘖多。穗长7～8厘米，侧面宽于正面，每穗30～40个小穗，小穗密度D＝40～50。穗轴易折断。折断方式为上节位。小穗基部及穗轴两侧有茸毛，每小穗结实2粒，护颖椭圆形，紧包小穗，成熟时难脱粒，颖脊明显。籽粒带皮（稃），椭圆形，红色，半硬质，蛋白质含量较高。冬性。春化阶段41～45天，光照阶段亦长，在14小时日照下经36～40天才能抽穗。抗条锈病、叶锈病和黑穗病，感染秆锈病，耐湿性较好。

（孙雨珍）



科尔希二粒小麦

可可 (cacao)　梧桐科可可属的一个种，学名*Theobroma cacao* L.。常绿乔木，是世界主要饮料作物之一。干豆含有50%的脂肪，蛋白质含量较高，营养丰富，是制造巧克力的主要原料。

可可分布于非洲、美洲、大洋洲、亚洲60多个国家和地区，年产10万吨以上的国家有加纳、尼日利亚、巴西、科特迪瓦、喀麦隆，产量占世界总产的78%。美国是最大的可可消费国，其次为联邦德国、荷兰、英国、苏联、日本。中国只在海南省有小面积种植。

原产南美洲亚马逊河上游的热带雨林地区。17～18世纪传至东南亚，19世纪末传至西非各国，1922年传入中国台湾省，1954年引种于海南省。株高4～10米，叶互生，长椭圆形，长7～30厘米，宽3～10厘米，革质，全缘，叶柄具叶枕。花单生或聚伞花序，着生于主干和粗大的枝条上。果实长大后，果柄末端具隆起的果枕，果实长圆形或椭圆状卵形，外果皮具纵沟，较厚，呈黄、橙黄、浅红、深红色，内有种子（即可可豆）20～40粒，扁椭圆形，由两片皱褶的子叶组成，子叶白色、浅紫色、紫色、暗紫色不一。

品种和变种很多，根据植物学特点和品质优劣可分成三个类型：①克利奥洛(Criollo)类，即薄皮种，种子的子叶呈浅紫色，易于发酵，产品质量优良，抗性差，要有较好的植被环境条件。②福拉斯特洛(Forastero)类，即厚皮种，果实成熟时黄色，子叶暗紫色，

较难发酵，产品质量较薄皮种差，但抗性强，容易栽培，产量高 ③特立尼达(Trinidad)类，即杂交种。

典型的热带作物，喜高温、高湿、静风和有荫蔽的环境，要求年平均温度24～28℃，低于20℃生长速度减慢，低于15℃停止生长，绝对低温降至10℃时，嫩叶开始受害，低于4℃，出现大量干果并枯死。要求年雨量1 500～2 000毫米，旱季开花不结实或极少结实。可可为喜荫植物，荫蔽度苗期约75%，幼树50%，成龄结果树30%。抗风力较差。要求土壤深厚有机质丰富，排水良好，pH值6～7。一般种后三年结果，温湿条件适宜时，周年开花结果，遇旱或冬季低温则不结果。

一般用种子繁殖，从充分成熟的果实中取出种子，用木屑或细沙擦去果肉，即播于塑料袋或苗床，设荫蔽，经常保持湿润，防止蚂蚁为害。也可用扦插法繁殖，选取叶片已转绿刚成熟的顶梢作插穗，长20厘米左右，留顶部3～4片叶，每片叶剪去1/2，插于沙床，经常保持湿润和85%的荫蔽度。约2个月后发根，然后移入塑料袋，继续培育至成苗。苗高50～60厘米即可定植，植距3×4米，行间种荫蔽树。

实生苗主干高1米左右时，在其顶端萌生5条分枝，分枝长至10～15厘米时，选苗3～4条培育成第一层分枝。及时除去主干上层萌发的直生枝，第一层枝充分发育后，在原主干的上部选留一条直生枝作延续的主干，培育第二层分枝，以扩大结果面。扦插繁殖的苗木，一般不萌生直生枝，分枝发育成粗大的骨干枝，分枝较低，树形开展。

深翻施肥改良土壤，幼龄树于冠幅外缘，成龄树于株间挖穴施腐熟的厩肥或土杂肥。

主要病害有黑果病*Phytophthora palmivora*和肿枝病(Swollen shoot)，每年造成的损失占世界总产的10%。及时摘除病果，喷1～2次波尔多液可防止黑果病蔓延。肿枝病为病毒病，加强植物检疫和防除传毒粉蚧，可控制其蔓延。非洲有多种粉蚧害虫传播可可肿枝病与花叶病，加纳曾为此砍除1.1亿株可可树。丛枝病*Crinip ellis pernicosa*和荚果湿腐病*Monilia roreri*为害枝条和果荚，主要在拉丁美洲发生。害虫有点腿锤盲蝽*Helopltis fasciaticollis*为害幼果、嫩叶，可喷有机磷或氨基甲酸酯类杀虫剂防治。可可斑褐盲蝽*Sahlbergella singularis*、可可瘤盲蝽*Distantiella theobroma*、非洲锤盲蝽*Afropoltis* spp.均曾给世界可可业造成巨大危害。

主要熟果期为4月至5月一次，12月至翌年1月一次，根据不同类型果实成熟的颜色，适时采果。用利刀割断果柄，不要伤及果枕，以免影响果枕以后继续开花结果。破开果实取出种子，经过发酵洗去果肉，干燥后即成商品可可豆。 （陈伟豪 张籍香）

可拉(kola) 梧桐科可拉属的一个种，学名*Cola nitida* (Ventenat) Schott et Endl.，常绿乔木。为饮料作物。种子含2%咖啡因、脂肪、蛋白质等成分，具有茶、咖啡同样的刺激兴奋作用，可配制"可口可乐"汽水、可拉酒、可拉巧克力，又是西非大众化的咀嚼物。原产热带西非沿海一带，以科特迪瓦、加纳分布最多。喀麦隆、刚果、尼日利亚、科特迪瓦、加纳、几内亚、印度、巴西、哥伦比亚均有栽培，主产区为西非。1964年引入中国海南省及云南南部试种，能开花结果。株高9～12米，叶轮生，长椭圆形，顶端极尖，基部膜形。叶柄长，具叶枕。圆锥聚伞花序，腋生，两性花，黄白色带紫色条纹。蓇葖果呈五星状，内含7～10粒粉白色、白色或红色的种子。种子椭圆形、球形或多角形。在海南省每年11月至翌年1月开花，8月至9月果熟。要求年平均温度25℃左右，年雨量1 250毫米以上，土壤深厚、肥沃、排水良好。幼龄树需少量荫蔽，成龄树可全光照。用新鲜种子繁殖，塑料袋育苗，或催芽直播，也可扦插和空中压条繁殖。株距7～9米。植后5～6年开花结果，15～20年为盛果期，寿命可达70～100年。每公顷可产可拉籽500～2 000千克。种子采收后，经发酵加工制成初级产品。同属植物还有*Cola acuminata* Schott et Endl.。野生于尼日利亚、加蓬一带。功效相同，但栽培面积不大（见图）。



可 拉

（陈伟豪）

空白试验(blank test) 又称试探性播种试验。即在同一试验地上种植同一作物品种，不加任何处

理、采用尽可能一致的管理措施，待成熟时，将试验地划分成若干个面积相同的单元，分别收获测定其产量的一种试探性试验。其目的是通过单元间产量的变异，了解和测定该试验地的土壤变异情况，从而为如何规划使用这块试验地和确定试验小区的大小、方向、形状与重复次数等提供依据。进行空白试验时，作物的播种方向应与将来划分小区的方向垂直；生长期间及时记载影响作物生长的主要因素，如病虫害等；收获前将试验地划分成面积相等的若干单元，收获时以单元为单位并计算产量。根据单元产量绘制连续变异图并计算单元产量的变异系数（CV）和相关系数(r)，以了解该试验地的土壤肥力梯度和变异特点，进而通过相邻单元的各种组合，求得产量变异系数最小、相关系数最大的小区长度和宽度，即由几个单元组成的，确定适宜的重复次数，并在此基础上合理设置区组，使试验误差降低到最小程度。（胡蕴珠）

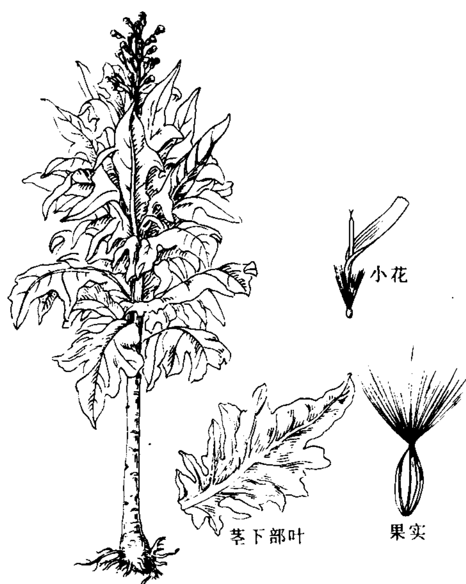
空秆（barren stalk） 有秆无穗或有穗无粒的玉米植株。空秆亦称空株，是玉米生产上常见的现象，对单位面积产量的提高有一定影响。

玉米发生空秆是营养物质供应不足造成的。其原因①因过度密植而导致植株相互遮荫，争夺肥、水，造成雌穗营养不良，不能正常发育；②与品种的基因型有关，植株高大的马齿型玉米空秆率往往高于硬粒型，单穗型玉米空秆率高于双穗型和多穗型；③开花前遇到干旱或缺肥，叶片不能生产足够的光合产物，以满足雌穗正常发育的需要；④因出苗不齐或缺苗后补种、补栽而造成的小弱苗，很难于周围的大苗相竞争，因而产生营养失调。此外，把低纬度的晚熟玉米品种引到高纬度地区种植，或由低海拔引到高海拔地区后，由于光温条件的变化，无法完成相应的发育阶段，使植株不能吐丝结实，或出现雌雄花期不调，从而产生空秆现象。（陈国平）

苦荬菜（indian lettuce） 菊科莴苣属中的一个种，学名 *Lactuca indic* L.，一年生或越年生草本。又名苦麻菜、莪菜。优良的青绿饲料作物。原产中国南方，长江以南各省广泛栽培。70年代大量引入北方试种，表现良好，并迅速推广到黑龙江等省栽培。

主根纺锤形、分叉。初期由短缩茎上长出大量基生叶。丛生，幼嫩多汁，是主要饲用部分，叶长30～60厘米，叶片披针形至线形，株高1.5～2米，头状花序排列成圆锥形，舌状花，淡黄色，新鲜根、茎、叶都含有白色乳状浆液。种子紫黑色。千粒重1.2克（见图）。

耐寒、抗热，微酸微碱性土壤均可种植。但以排灌良好，有机质多而肥沃的土壤生长最好。再生快，抽茎前刈割后能很快抽出嫩叶，抽茎后长势减弱，但仍



苦荬菜

能从叶腋间抽出新茎，北京地区7月抽茎，8月上旬陆续开花，9月种子成熟。开花结实期易发生蚜虫和白粉病，但已到生长后期对产量影响不大。

种子小而轻，要求整地细，可以直播，也可以育苗移栽。北方多春播或冬播寄籽，南方可秋播，播种量每公顷7.5千克，育苗时只需1.5～4.5千克，播深2～3厘米。每次刈割后应追肥，每隔20～25天刈割一次，北方一年能割3～4茬，南方则为5～8次，一般每公顷产鲜绿饲草75～100吨，高者可达150吨。鲜草中含干物质88.71%，粗蛋白质19.74%，粗脂肪6.72%，粗纤维9.63%，无氮浸出物44.02%，灰分8.6%。

（耿华珠）

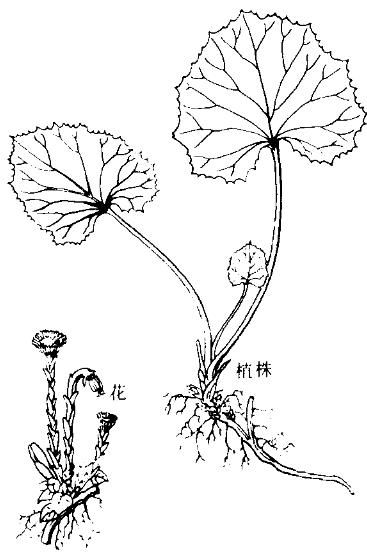
宽叶雀稗（broadleaf paspalum） 禾本科雀稗属的一个种，学名*Paspalum wettsteinii* Hack。多年生牧草。原产于巴西、巴拉圭和阿根廷。在新西兰、澳大利亚有栽培。1974年从澳大利亚引入中国广西、广东等地试种，表现良好。丛生，半匍匐状，有粗短根茎，茎节着地生根，并长出分蘖，可用分株繁殖。叶片长达40厘米，宽3厘米，叶鞘基部暗褐色。草层高50～60厘米。穗状总状花序。种子小，每千克70万～74万粒。喜温暖湿润气候，适于亚热带地区栽培。耐热不耐寒，较耐旱、耐瘠、耐酸，而在肥沃湿润的土壤上生长最好。用种子繁殖，在中国，3月至4月播种，一般条播行距40～50厘米，每公顷播种量9～14千克。宜与威地大豆、绿叶山蚂蝗、银叶山蚂蝗、大翼豆等豆科牧草混种。5月至6月开始抽穗开花，结籽多，每公顷产种子约500千克。一年可刈割3～4次，每公顷产干物质10～12吨。在花期时分析，干物质含粗蛋白质9.95%，

粗脂肪1.65%，粗纤维30.29%，无氮浸出物49.9%。耐放牧，适于建立人工草地。

（蒋侯明）

款冬 (common coltsfoot)　菊科款冬属*Tussilago*。款冬*T. farfora* L.。多年生草本植物。古名颗冻、钻冬、虎须。别名冬花。以未开放的花序供药用。中国分布于华北、西北、西南及河南、湖北、西藏等省（自治区）。中国各地已引种栽培。主产于河南、陕西、四川和湖北等省。

株高10～25厘米。根状茎横生。叶基生，有长柄，叶片圆心形，边缘具波状疏齿，下面密生白色茸毛。头状花序，顶生，总苞片1～2层，被茸毛，先叶开放，一般在土内生花或贴近地面生长，花蕾紫色，开放后呈黄色。瘦果长椭圆形，冠毛纤细，淡黄色。花期12月至翌年2月。果熟期2月至3月。



款　冬

喜凉爽湿润气候，耐严寒，怕高温，怕干旱，忌水涝。气温30℃左右生长良好，超过36℃时，植株则易萎缩枯死。宜于土质疏松、湿润、肥沃、排水良好的腐殖质土和砂质壤土栽培。根茎繁殖。秋末初冬时，选取粗壮、多花、颜色较白和无病虫害的根茎作种苗，随采随种。将根茎切成9～10厘米长的小段，每段具有2～3节。按行距30厘米开沟，沟深6～7厘米。以株距7～10厘米栽一段，覆土压实，约半月左右出苗。每公顷用根茎375～450千克。4月下旬至5月上旬定苗，株距15～20厘米，春旱时宜浇水保湿，雨季排水防涝，高温炎热时须遮荫、喷水降温。夏初生长快，叶片过密，通风透光不良，须剪去重叠叶、枯黄叶和病害叶。病虫害主要有褐斑病*Stagonospora tussilaginis*、枯叶病*Stagonospora petasitidis*及蚜虫等。冬季11月上旬前花蕾未出土时采收，宜早不宜迟，花蕾挖取后，去净泥土及花梗，不用水冲洗，即摊放在高燥通风处晾干，不能日晒、雨淋和用手翻动，以防花蕾颜色变黑，降低质量。每公顷可收干货450～900千克。

花含款冬二醇(Faradiol)、山金车二醇(Arnidiol)，另含有植物甾醇(Phytosterols)、芸香甙、金丝桃甙(Hyperin)、蒲公英黄色素(Taraxanthin)、鞣质(Tannin)及粘液质(Mucilage)等。药理实验：煎剂有镇咳和轻度祛痰作用。味辛、性温。有镇咳下气、润肺祛痰的功能。主治咳嗽、气喘、肺痿、咳吐痰血等症。

（孙鹤年）

L

拉丁方设计 (latin square design)

能控制纵横两个方向上壤差异的试验设计，其特点是处理数＝行数＝列数＝重复数。这种设计要求各处理在每一行与每一列都只能出现一次，而且每一行与每一列都必须包含所有的处理，这就导致处理数等于重复数，每个试验包含处理数平方(k^2)个试验小区。设计拉丁方时，先根据处理数选定相应的标准方，再分别将其每一行和每一列内的处理排列随机化，从而得到所需要的拉丁方。现以5个处理的拉丁方为例将其排列设计图示如下：

E	B	C	D	A
A	C	D	E	B
D	E	B	A	C
C	D	A	B	E
B	A	E	C	D

拉丁方设计的变异来源和自由度分解如下表所示（k为处理数）：

变异来源	自由度
行间	$k-1$
列间	$k-1$
处理间	$k-1$
误差	$(k-1)(k-2)$
总和	k^2-1

拉丁方设计能控制来自两个方向的土壤差异，所以即使土壤肥力变异情况复杂，如果处理数能控制在适宜范围内，仍可保证试验误差很小，精确度很高。但由于重复数必须等于处理数，致使该设计伸缩性较小。一般说来，处理数目以5～8个较为合适。处理数大于8时，试验太庞大，增加不必要的工作量；处理太少，误差自由度减少，也会影响精确度。根据试验的不同要求，拉丁方设计还可有若干变型，如多拉丁方、拟拉丁方等。（郭平仲）

蓝 (indigo)

泛指含有蓝靛可作染料用的植物。据《说文》，"蓝，染青草也"。从植物提取蓝靛起源很早。罗马人只知蓝是一种色素。埃及曾用于裹木乃伊织物的染色。作为染料据称是13世纪马可波罗从中国引入西方的。但是，直到17世纪初，靛蓝才大量作为商品输入欧洲。截至人工合成染料发明前，栽培含蓝靛的植物一直是热带、亚热带国家的重要**农作物**。

中国利用植物蓝靛历史悠久。《诗经》、《礼记》中都提及蓝，但所应用的植物不一。据古籍记载有蓼蓝、菘蓝、马蓝、吴蓝、苋蓝、木蓝等，因地而异，种类很多，而以蓼蓝和菘蓝最常见。

蓼蓝　蓼科蓼属一年生草本，学名*Polygonum tinctorium* Ait.。茎紫红色，高60～90厘米，叶卵圆形乃至椭圆形，短柄，互生；穗状花序上开小红花（见图）。中国各地都有分布。2月至3月播种于苗床，4月至5月定植于大田或麦行间，注意追肥和培土，于7月开花前割取，8月可再割一次。茎叶经发酵后在石臼中捣实后制定蓝靛，供染织物、作绘画颜料及药用。《齐民要术》对它的栽培和制造法有介绍，在中国应用最早。


蓼蓝

菘蓝　十字花科菘蓝属二年生草本，学名*Isatis indigotica* Fort.，通称大青，原产中国，栽培以提蓝靛。同属的欧洲菘蓝*I. tinctoria* L.原产欧洲，也久经栽培。

此外还有爵床科马蓝属的马蓝*Strobilanthes cusia* O. Ktze.属多年生常绿草本，产于热带。中国西南和台湾也有生产。另有木蓝*Indigofera tinctoria* L.又称槐蓝，蝶形花科木蓝属常绿灌木。各国都各有若干含蓝靛的植物，都曾被当地人用为织物的天然染料。自19世纪末由煤焦油化学合成法制造蓝靛成功后，已很快地完全取代了天然产品。现在已经很少作为染料植物去栽培了。

（张宇和）

蓝花苕子 (cow vetch)

豆科巢菜属的一个

种，学名 *Vicia cracca* L.，越年生或多年生草本。又称苕草、草藤、蓝花草、油苕。为绿肥、**饲草作物**。原产中国，越年生种分布于长江流域及其以南各省，栽培历史悠久，早在公元3世纪郭义恭《广志》中有"苕，草色青黄，紫华，十二月稻下种之，蔓延殷盛"的记载。在日本、苏联和美洲各国也有栽培。

主根入土深约30～40厘米，侧、支根较少；茎四棱形，中空，有稀疏短柔毛，长约0.6～2米，基部有分枝3～10个，半匍匐生长；偶数羽状复叶，小叶4～12对，长1.5～2.5厘米，宽0.2～0.6厘米，淡绿色，有卷须；总状花序，有花7～15朵，萼齿5，上面2齿较长，花冠蓝色微带紫色；荚果矩圆形，淡黄褐色，长1.5～2.5厘米，宽0.4～0.6厘米，含种子3～8粒，种子球形黑褐色，千粒重15～20克（见图）。

荚果

根瘤

蓝花苕子

越年生的栽培种适于1月份平均气温不低于3℃、绝对温度不低于－5～－8℃的地区。种子发芽适温为16～23℃，日平均气温10～17℃时生长较快，开花结荚适温为14～23℃。耐寒、耐旱、耐瘠性均不强，开花期之前较能耐荫、耐湿。宜在pH5～8、质地为砂壤至粘壤、含盐量低于0.1%的土壤上种植。播种适期在四川、湖北为8月上旬至9月中旬，广东、广西为10月上旬至10月下旬。播种量，收草或绿肥用为38～75千克/公顷，留种用为22～30千克/公顷。秋冬干旱时需要灌水。少病害，有蚜虫（*Aphis medicaginis*）、蓟马（*Frankliniena intasa*）的危害。

始花期鲜草成分，干物质13.4%，粗蛋白质4.8%，粗脂肪0.7%，粗纤维2.3%，无氮浸出物4.6%，灰分1.0%，鲜草中含N 0.5～0.55%，P_2O_5 0.1～0.15%，K_2O 0.2～0.4%。 （顾荣申）

蓝花子（oil radish seed） 十字花科萝卜属的一个变种，学名 *Raphanus satirus* var. *oleifera* Makino。又称茹菜、满园花、萝卜子和油萝卜。一年或二年生草本油料作物。原产中国，分布在云南、广东、四川、广西和湖南等省（自治区）的山区。

油用萝卜子种子含油量为30～42%，油中含有棕榈酸5.99%、油酸19.54%、亚油酸19.15%、亚麻酸10.54%、廿碳烯酸9.02%、芥酸34.17%。其油脂除作食用油外，也是食品、化工、纺织、皮革等的原料。榨油后的饼粕中含有硫代葡萄糖甙低（0.271%），可直接作为牲畜的配合饲料，也可作为优质肥料。蓝花子的茎秆可作青饲料和绿肥。

蓝花子根据**播种期**和**收获期**的不同，分为蓝花秋子和蓝花春子。它们的形态也有所不同：

蓝花秋子 子叶大，肾脏形。幼茎绿色，心叶微紫，幼苗直立或半直立。主根较壮，不膨大。基生叶和下部叶大头羽状分裂，顶裂片卵形，侧裂片2～6对，叶片绿色，微被茸毛。总状花序，花为淡紫色和白色，花冠大而薄，分离，上有棕褐色规则细脉纹。角果皮厚，比春子略松。株高50～110厘米，分枝下生，第一次有效分枝5～8个。单株有效角果80～200个，闭果，不开裂，内有海绵状隔膜，有明显或不明显果腰。每角果有效粒数平均4.5～5.5粒，种子扁圆光滑，千粒重10～28克。

蓝花春子 子叶大，肾脏形。幼茎多为绿色，少数微紫，心叶绿色或微紫色。幼苗匍匐或半直立，根部膨大。基生叶和下部叶片羽状裂叶，侧裂片3～6对，叶色深绿，密被茸毛。总状花序，花为白色或淡紫色，花瓣微皱，分离，上有棕褐色细脉纹。果实为闭果，不开裂，内有海绵质，角果皮厚而坚。株高80～116厘米，下生分枝型。第一次有效分枝5～10个，单株有效角果70～150个，每角果有效粒数平均2.5～3.5粒，种子扁圆或不规则，粒较秋子小，饱满度差，千粒重9～11克。

蓝花子属喜凉作物，具有耐寒、耐旱、耐瘠的特性。对土壤要求不严，在pH 4.5～7.5的土壤上均可种植。常与**马铃薯**、**青稞**、**荞麦**、**燕麦**轮作，一般管理粗放，产量低。

蓝花秋子一般种植在高寒山区海拔2 300～3 300米的二荒地、轮歇地上，多数集中在海拔2 500～2 800米之间。因海拔高度不同，播种期有较大的差异，播期随海拔升高而提早，适宜播种期在5月上旬至7月下旬均可播种，以6月上旬至7月上旬为宜。多数采用点播，也有撒播和条播。一般到10月中、下旬成熟，即可收获。

蓝花春子多数种植在海拔2 000米以下的山地、丘陵地。一般在9月上旬至11月下旬均可播种，以10月中旬播种为宜。一般在翌年二三月间成熟，即可收获。

（李爱源　吴建华）

榄核莲　见穿心莲。

烂铃（boll rot） 由于微生物侵染而引起棉铃霉烂的现象。霉烂严重的棉铃不能开裂，容易掉落或成为僵瓣；霉烂较轻的，纤维因粘结而变质，不能用作纺织原料。烂铃损失轻重因地区或年份有很大差异

多雨、高湿是烂铃发生的主要诱因，特别是在土地肥沃、水肥充足、植株高大繁茂的棉田以及育苗移栽或地膜覆盖的早发棉田，往往为微生物繁殖和侵染创造最适条件，棉株烂铃常造成严重损失。美国多雨的密西西比河三角洲棉区，烂铃造成减产常达1/3。中国长江流域和黄河流域棉区，在8月至9月多雨年份，烂铃造成的产量损失约为10～30%，高的达40%。

引起烂铃的微生物种类很多，其中少数是能直接侵入无伤棉铃的寄生菌，而大多数是腐生性或弱寄生性的真菌或细菌，多从棉铃的伤口、虫孔、病斑或自然裂口处侵入而导致霉烂。中国常见的烂铃病原菌有疫病菌 *Phytophthora boehmeriae*、炭疽病菌 *Glomerella gossypii*、黑果病菌 *Diplodia gossypina*、角斑病菌 *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*、红腐病菌 *Fusarium* spp.、印度炭疽病菌 *Colletotrichum indicum*、红粉病菌 *Trichothecium roseum*、软腐病菌 *Rhizopus nigricans* 等。前四种病菌可以直接侵害棉铃，以疫病菌引起的烂铃最为普遍而严重。

中国**棉花**烂铃主要发生于8月中旬至9月中、下旬，通常是在棉株开花后40多天，特别是在开裂吐絮前为最多。

防止烂铃的措施，主要是控制棉株徒长，适当进行整枝摘老叶，或选用鸡脚叶或叶形较小的品种，以利棉田通风透光。同时注意防治铃期害虫，减少虫伤，以控制微生物的侵染和滋长。开始发生烂铃时，须及时摘收成熟棉铃，并进行晾晒，减轻或避开微生物的侵染和传播。（邓煜生）

烂秧 (seedling rot)

水稻播种后，在不良的环境条件下发生的烂种、烂芽、死苗的总称。

烂种、烂芽多发生在水秧田，在幼芽转绿以前，如遇低温天气，常采取深水灌溉护秧，低温过后气温急剧上升，又未及时更换新水，秧田处于高温缺氧环境，硫化氢大量发生，造成烂种、烂芽。如地势低洼、土壤粘重、施用未腐熟有机肥，发生更严重。

死苗多发生在湿润秧田与旱秧田一叶一心至三叶期，在冷尾暖头未及时灌水护苗时，秧苗水分失去平衡或受镰刀菌、丝核菌侵害而发生死苗。死苗有两种情况，一是青枯。在冷尾暖头，灌水不及时，幼苗失水严重，叶绿素未及分解而干枯，保温育秧覆膜时间过长或揭膜过猛，也常出现青枯；二是黄枯。秧苗遭受冷害后，在气温回升过程中，水分失去平衡，全株变黄而后干枯。冷害后受镰刀菌、丝核菌侵害，也造成黄枯。一般土壤pH在5.5以下，氧化还原电位较低，土壤水分接近饱和时，不易发生黄枯死苗。

防治水育秧烂种、烂秧，要采取综合措施。除做好种子贮藏和种子处理外，还要做到灌排渠系配套，床面平整，软硬适度，浅播匀播；严格进行水层管理，低温深水护秧，高温前及时更换新水；发现黑根烂芽，及时排水晒田；保温秧要及早通风炼苗，揭膜与灌水护苗相结合。防治湿润育秧、旱育秧、盘育秧的黄枯、青枯死苗，要特别注意种子消毒。湿润育秧一叶一心以前要少灌水，促使根系良好发育，三叶期前开始建立水层，盐碱地还可适当提前；如遇低温，要抓住冷尾暖头及时建立水层护苗。旱育秧、盘育秧对土壤要进行酸化处理，把土壤pH值调节到5.5左右，对要喷洒敌克松、立枯灵等土壤消毒剂的，在秧苗一叶一心以前，要适当控制灌水，不宜过勤；一叶一心时，要再喷一次敌克松或立枯灵预防死苗。

（王兆骞 申宗坦）

老芒麦 (siborian wildrye)

禾本科披碱草属中的一个种，学名 *Elymus sibiricus* L.。多年生草本植物。又名垂穗大麦草、西伯利亚碱草。良好牧草。主要分布于北半球温带地区。中国分布于东北、内蒙古、河北、山西、陕西、甘肃、青海、新疆、四川、西藏等地。

须根系。株高50～100厘米，疏丛。叶舌短，膜质，无叶耳。穗状花序，弯曲而下垂，长12～18厘米，每穗节生2～3小穗，排列疏松，小穗灰绿色或稍带紫色，含3～5朵花，小穗轴密生微毛。颖披针形或条状披针形，脉明显而粗糙，先端尖或具3～5厘米短芒；外颖披针形，背部粗糙，具明显5脉，脉和顶端芒粗糙；内颖与外颖几乎等长。颖果长扁圆形，易脱落。种子千粒重3.5～4克（见图）。



老芒麦

老芒麦抗寒性强，耐旱力中等，寿命10年。适于年降水量400～500毫米地区栽培。可春播、夏播或秋播。条播行距15～30厘米，播深3～4厘米。播种量每公顷18.75～26.25千克，每年刈割一次。宜抽穗至初花期刈割，每公顷产干草1 500～3 750千克。再生草可放牧。叶量较多，第二年以后的牧草，抽穗期叶量占40～50%，草质柔软，适口性好，营养价值高。其开花期营养成分含水分8.44%，粗蛋白质10.36%，粗脂肪1.86%，粗纤维28.4%，无氮浸出物43.61%，灰分6.99%。（吴渠来）

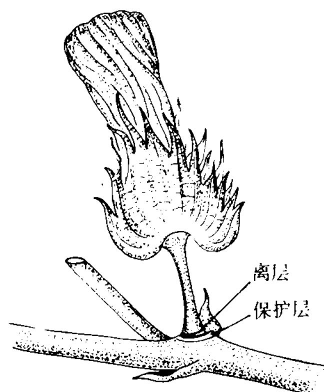
蕾铃脱落（shedding of cotton squares and bolls） 由于生理失调、病、虫为害和机械损伤引起棉蕾或**棉铃**与植株体分离而脱落的现象。**陆地棉**脱落率一般在60～70%，严重的高达80%以上。探索蕾铃脱落的一般规律和控制途径，对提高**棉花**产量有重要意义。

脱落规律 蕾铃脱落包括花朵开放前的落蕾和花朵开放后的落铃。蕾铃脱落率以陆地棉为最高，**亚洲棉**次之，**海岛棉**最低。通常是陆地棉、亚洲棉落铃率高于落蕾率，海岛棉落蕾率高于落铃率。但陆地棉在环境条件较差、地力较薄、密度较大且晚播的棉田，棉株生长瘦弱，则落蕾率反而高于落铃率。同一棉种中各品种的蕾铃脱落率也有一定差异。

蕾的脱落多半在现蕾后10～20天，铃的脱落，多数为开花后2～8天发生，20天以上的大蕾和10天以上的棉铃脱落很少。幼铃易脱落，主要由于棉蕾进入开花期后，代谢过程加剧，对养料的需要量大增，稍遇不利的环境条件，养料又不能及时递补时，便造成幼铃的脱落。陆地棉植株上蕾铃脱落的多少与其蕾铃着生部位有一定的关系。一般着生在植株下部果枝并靠近主茎上内围果节的蕾铃脱落较少，上部果枝及离主茎较远果节上的外围蕾铃脱落较多。但徒长的棉株或早期虫害严重的棉田，可造成植株内围的蕾铃大量脱落。

蕾铃脱落的时期，在开花初期较少，开花后逐渐增多，进入盛花期达到高峰，以后又逐渐下降。蕾铃脱落高峰一般在开花期后7天左右。中国黄河流域和长江流域棉区的蕾铃脱落高峰，主要在7月下旬到8月上旬，约占总脱落量的一半。防止这个时期蕾铃的大量脱落是棉花生产上的一个关键。

脱落的机理 不论落蕾或落铃，在蕾柄或铃柄的基部都形成离层。蕾铃脱落的部位称为离区。离区可以分为分离层和保护层，分离层是由于棉株内一系列生理的变化而形成的，使细胞间失去粘合力，导致蕾铃脱落；保护层是在脱落处所形成的一层保护组织（见图）。蕾铃脱落的原因是多方面的，可概括为两类：一是环境因素导致生理失调而造成的生理性脱落；二是病虫为害和机械损伤而造成的非生理性脱落。生理性脱落，一般占总脱落数的80～90%，这是蕾铃脱落的基本原因。



棉花幼铃脱落离层示意图

生理性脱落 受不良环境因素的影响，改变了棉株内一系列的生理过程，造成生理失调，促使离层细胞形成，造成脱落。环境因素中影响最大的是肥、水、光、温。有时是一个因素占主导地位，有时是几个因素的综合影响。

有机养料供应不足和分配失调 棉花蕾铃的生理脱落，主要是由于营养生长和生殖生长不协调，引起棉株体内有机养料的形成、运输和分配失调而造成。在棉花生产上存在两种生理性脱落类型：①棉田肥力不足，施肥量少，根系发育不良，叶面积小，植株矮小早衰，限制了有机养料的制造，棉株上部及外围的幼蕾和幼铃因缺乏养料的供给而脱落。②棉田用肥量过大或施用不当，在种植密度较大和雨水过多的条件下，棉株徒长，枝叶生长过旺，中下部荫蔽，光照不足，叶片制造的有机养料不仅数量减少，且过多地耗费于营养体的生长，致使棉株中、下部的蕾铃因得不到足够的养料而脱落。

受精不良或没有受精 棉花开花受精的适宜温度是25～30℃，超过这个温度范围，会影响正常受精。35℃以上的高温常会导致花药不开裂和降低花粉的生活力，而影响受精；开花期间连续阴雨，特别是上午下雨，可使花粉吸水破裂，丧失生活力，从而也会破坏授粉、受精过程。受精不良或没有受精均会造成幼铃的大量脱落。

碳氮比失调 在棉株体内碳氮含量较高的情况下，碳氮比例较大时，营养生长与生殖生长能保持较正常的关系，棉株生长稳健，蕾铃脱落较少；碳氮比例较小时，含氮化合物相对增多，易使棉株徒长，蕾铃脱落增加。但是，在碳氮含量都较低的情况下，碳氮比例虽大，棉株因氮素营养不足，生长缓慢，同化产物较少，蕾铃脱落也会增多。

内源激素失调 脱落与不脱落棉铃里的内源激素差异很大。受精幼铃比未受精幼铃含有较多的促进生长物质，而且促进生长物质的含量随着受精发育的幼龄生长而逐渐增多。相反，未受精的幼铃含有较多的抑制生长物质，而且2天后显著上升，因而逐渐脱落。研究证明，棉花幼铃脱落与乙烯的消长有密切关系。不

管导致幼铃脱落的因素是幼铃缺乏养料或受精不正常。幼铃脱落前均有急骤上升的乙烯释放高峰。脱落酸的多少也与幼铃脱落有关。未受精幼铃的脱落酸含量在开花后第4天急骤上升，一天内可猛增到11倍，促使幼铃脱落。但是用赤霉素处理的未受精幼铃没有急骤上升现象，外源激素的研究也证明，植物激素在蕾铃脱落中起着一定的调节控制作用。试验表明，应用20ppm赤霉素滴涂花朵或开放后1～3天的幼铃，其脱落率可降低到10%左右。

非生理性脱落

病虫为害　棉铃虫、红铃虫、棉蚜、棉叶螨等害虫有的直接伤害花蕾和棉铃，使蕾铃的生理机能破坏；有的为害茎、叶等营养器官，影响对蕾铃的养分供应，都能引起脱落。而枯萎病、黄萎病等则因破坏了棉株生理过程的正常进行，营养和水分运转受阻，同化能力削弱，从而引起生理失调造成脱落。

机械损伤　主要是田间操作不慎，碰撞或损伤果枝和蕾铃造成脱落。蕾铃期遇狂风暴雨或台风侵袭常使棉株枝叶、蕾铃相互碰撞，棉株倒伏，造成严重的机械损伤而蕾铃脱落。

控制蕾铃脱落的途径　应根据蕾铃脱落的主要原因，因地制宜地抓住关键性措施，大力保蕾保铃：针对瘠薄棉田，适当增肥、增水，对减少蕾铃脱落有明显效果；针对肥沃棉田，通过肥水、中耕、整枝等栽培措施，调节控制棉株徒长，使营养生长与生殖生长协调发展，避免因养分分配不当而造成脱落；改善棉田光照条件，主要是种植密度适当，建立合理的群体结构，减少荫蔽，改善田间光照条件，提高光能利用率，从而减少脱落；采用结铃性强的优良品种。

参考书目

汤玉玮、郑泽荣、刘世峰、黄子琛：《棉花蕾铃脱落生理》，上海科学技术出版社，上海，1964

郑泽荣、倪晋山、王天铎、丁静、沈镇德、许德威：《棉花生理》，科学出版社，北京，1980

（郑泽荣）

类蜀黍 (teosinte)

禾本科类蜀黍属的一个种，学名 *Euchlaena mexicana* Schrad. 又名大刍草。一年生草本饲料植物。原产中美洲墨西哥等国。在阿根廷、美国、日本、印度、巴基斯坦等国作为饲料作物栽培。1980年引入中国广东、广西等地试种，生长良好，台湾亦有栽培。丛生，茎粗，直立，高1.5～2.5米，最高达5米。叶长70～90厘米，宽达8厘米。雄小穗为顶生圆锥花序；雌小穗为穗状花序，簇生于叶鞘内，成熟时逐节脱落，每节有颖果一粒。种子褐色或灰褐色，每千克约1.29万粒，千粒重77克左右。喜温暖湿润气候。土温15℃，种子即可出苗，生长适温为25～30℃，耐热不耐寒，遇霜冻死。要求年降雨量1 000毫米以上。对土壤要求不严，耐酸性土壤，亦稍耐水渍。再生能力强。按行距50～60厘米条播，瘦地每公顷播种量15～20千克，肥地35～40千克。在广东、广西等地，播种期3月至6月。或育苗移栽，播后30～40天，苗高30厘米即可移栽，株行距30×50厘米。播种后1个月内，生长缓慢，须及时中耕除草，并追施氮肥。播后60～70天，株高1.5～2.0米时即可刈割，留茬20～25厘米。一年割2～5次。每公顷鲜草产量30～70吨，种子产量0.7～1.3吨。茎叶干物质含粗蛋白质1.47～11.99%，粗脂肪1.20～2.34%，粗纤维19.57～32.20%，无氮浸出物51.33～55.32%，钙0.65～0.91%，磷0.16～0.28%。主要作为青饲料和青贮料。

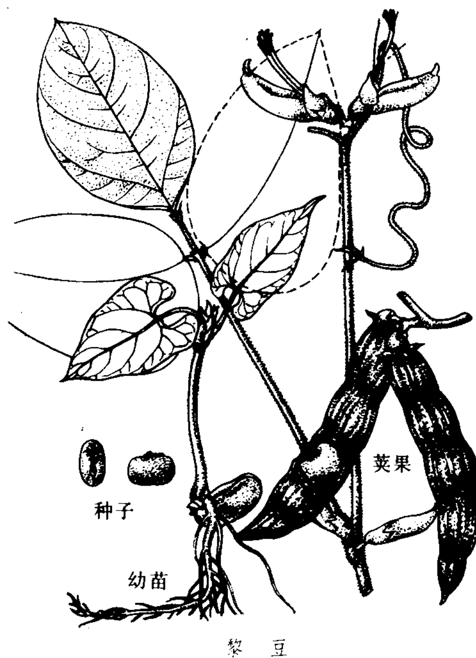
（蒋侯明）

黎豆 (velvef bean)

豆科黎豆属的一个变种，学名 *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wall. ex Wight) Baker ex Burck. 一年生或多年生藤本植物。染色体数2n＝22。成熟荚黑色，煮汁亦黑色，故名。别名：狗爪豆或猫豆。用作粮食、蔬菜、饲料、肥料、医药和水土保持。

黎豆原产地为亚洲。有人认为原产地的具体地方是印度支那半岛。李时珍《本草纲目》中对黎豆在中国的分布、植物学性状等有记述。另有研究结果认为，中国有野生黎豆，并早有栽培。多分布在热带和亚热带地区，如美国南部、澳大利亚、菲律宾、马来西亚等地。

中国广东、广西、云南、贵州、湖南、江西、台湾等省（自治区）均有栽培。广东省韩江流域分布较广，



黎　豆

广东省连县、英德、梅县和广西壮族自治区的靖西县栽培较多，是这些地区夏季主要蔬菜和猪饲料来源之一。

黎豆根系发达，入土较深。茎圆柱形，略披疏长毛，有缠绕性。三出复叶，叶面呈波状。小叶长约8～15厘米，宽4～10厘米，顶叶阔卵形或矩圆状卵形，侧生的小叶偏斜，披白色疏毛。总状花序，下垂，长约20厘米，花深紫色或青白色，龙骨瓣长约4厘米，翼瓣略短，旗瓣长约为龙骨瓣之半。自花授粉。荚果嫩时膨大，长5～15厘米，宽1.8～2.0厘米，绿色，披淡褐色茸毛，成熟时稍扁，黑色，毛变稀。荚壳上有隆起纵棱1～2条，荚内有灰白色或褐色等种子6～8粒，百粒重约110～150克。

为短日性作物，耐旱、耐瘠，适宜在多种的土壤上种植。土壤pH值以5～6.5为宜。要求温暖气候和无霜期180～240天；种子发芽需10℃以上温度，生长最适宜的温度为20～30℃。在5℃条件下，经24～36小时即死亡。

中国南部地区于3月至4月播种，栽培方式因利用目的而定，播种前应晒种1～2天，再浸种12小时，晾干，然后播种。子叶不出土。种作绿肥或青饲料，宜适当密植；收青荚或种子时宜稍稀。整地后开穴点播，基肥施入穴内，行距一般60厘米，株距45厘米，每穴播种2～3粒，播种深度4～7厘米，每公顷播种量约90千克。苗期忌积水，应结合中耕进行培土。如作青饲料，第一次应在离地面3～4个节间处刈割，以后刈割部位逐次提高2～3节，刈割后需及时中耕和追肥。应设支架，以利通风透光和增加产量。可与玉米间作，播期与玉米同时或稍迟，玉米收获后的秸秆即为黎豆的支架。若栽培于隙地树旁及篱边，可任其攀援。在荚充分成熟后收获。主要病害有叶斑病 *Xanthomonas stizolobiicota*、*Cercospora stizolobii*，锈病 *Uromyces mucanae*；主要虫害有豆芫菁 *Epicaute* spp.、毛虫 *Anticarsia gemmatilis*。

黎豆籽粒约含蛋白质24%，脂肪6%，纤维6%，碳水化合物60%。种子含有毒成分左旋多巴，需经煮沸、浸泡去毒后才能食用。青荚作蔬菜时，将荚煮沸15～30分钟，脱去内层木质皮，剥出种子，再将荚壳及种子分别浸泡24小时，除去毒素，煮熟食用，否则可能中毒。以子实作饲料时，先将子实浸水煮熟或磨成干粉饲用，亦可煮熟发酵后饲喂。多用于饲喂育肥猪，育肥前每头每天喂量0.09～0.12千克，育肥时每头每天0.5～0.7千克，均须分次喂食。授乳母猪不宜饲用，以免引起乳房萎缩，减少泌乳量。喂牛时用量不能超过精料的一半。不宜饲喂家禽。鲜茎叶可作饲料或制青贮料和干草。黎豆生长密茂，是良好绿肥和覆盖作物，可保持水土和改良土壤。

从黎豆中可提取左旋多巴（L-Dopa）制药，对震颤性麻痹症、锰中毒和一氧化碳中毒有疗效。提取左旋多巴后的豆渣没有毒性，营养没有损失，可食用或饲用。

（林妙正）

藜谷（quinoa）　藜科藜属中一个栽培种，学名 *Chenopodium quinoa* Willd.，一年生草本植物，又名昆诺阿藜。籽粒形似粟，营养丰富，是一种有前途的新粮食作物。原产南美洲安第斯山区，适应性很强，无论是在贫瘠的土地上，还是在海拔4 000米的山区都能生长。秘鲁和玻利维亚的种植面积都有三四万公顷，智利、阿根廷和美国也有栽培。在安第斯山区的一些农场，一般每公顷产量平均400～500千克，而个别高产地块每公顷可达5 000千克。

形态与特性　藜谷幼苗与野生灰菜相似，但子叶较大，长1.2～1.8厘米，宽0.2～0.3厘米。背面有白色粉状物。苗期真叶成对生长，全缘、卵形。直根系，不发达，土壤水分较多时主根易烂，植株生长较大时易倒伏。茎较粗，为有棱的圆柱状，有紫红色或绿色的沟纹。分枝较多，有的植株分枝可达60个以上。株高150～260厘米。实髓，但茎枝质地硬而脆，易折断。单叶互生，无叶托，叶形变化较大，同一株上菱形、卵形和卵状三角形都有。叶柄长2～4厘米，叶片长1.5～5.0厘米，中部叶片较大。叶片为灰绿色、深紫色或浅红色。网状叶脉。一般为两性花，少数是单性雌花，多数花簇互生于花枝上，成聚伞花序或大圆锥花序。花枝腋生或顶生，茎、叶和花轴都覆有绿色或紫色粉状物。雄蕊五个与萼片数相同，且长于萼片。花丝基部较粗，花药纵裂。子房上位一室，扁圆形。柱头二裂或三裂。无花瓣。无限花序，花期较长。胞果完全包于花被内或顶端稍外露。藜谷种子扁圆形，大于野生灰菜。籽粒分为棕、白和粉红三种不同颜色的类型。

营养和用途　藜谷种子含有丰富的蛋白质和人体



藜谷形态图

必需的氨基酸。种子中含蛋白质16%左右、脂肪7%、碳水化合物超过60%。纤维和灰分都略高于3%。赖氨酸含量高于小麦一倍多。藜谷的蛋白质中十种氨基酸含量，基本达到了联合国粮农组织等单位推荐的人类最适氨基酸水平（见附表）。

藜谷蛋白质10种氨基酸含量(g/100g蛋白质)

氨基酸种类	藜谷中的含量	人体最适氨基酸水平*
异亮氨酸	4.0	4.0
赖氨酸	5.1	5.5
亮氨酸	6.8	7.0
苯丙氨酸	4.6 } 8.4	6.0
酪氨酸	3.8	
胱氨酸	2.4 } 4.6	3.5
蛋氨酸	2.2	
苏氨酸	3.7	4.0
缬氨酸	4.8	5.0
色氨酸	1.2	1.0

* 联合国粮农组织和世界卫生组织推荐的人体最适氨基酸水平

藜谷籽粒磨成粉可做各种糕点、主食或营养添加剂等；茎叶可作为家禽和牲畜的饲料。

参考书目

Cusack, David F., *Quinoa grain of the Lncas*, The Ecologist, Vol. 14 NO. 1. 1984.

（于香云）

李竞雄（1913～　　）　细胞遗传学家，玉米育种学家。江苏省苏州人。1936年毕业于浙江大学农学院。1944年至1948年先后在美国密苏里大学、明尼苏达大学和康奈尔大学学习，获康奈尔大学博士学位。1948年底回国，在清华大学农学院任教并担任农学系主任。院系调整后在北京农业大学担任教授，曾任作物栽培教研组主任、遗传教研组主任。1970年以来在中国农林科学院和中国农业科学院工作，任作物育种栽培研究所研究员、农业部科学技术委员会委员、中国科学院生物学部委员、**中国作物学会**第三届理事长、中国遗传学会理事。1981年加入中国共产党。为第三届全国人民代表大会代表。



李竞雄早年从事植物细胞遗传研究，在秋水仙精引变植物多倍体、粟类远缘种间杂交及其进化、**小麦染色体**联会消失基因、小麦矮生性状的遗传分析等方面，作出了创造性的研究结果。40年代后期以来一直从事玉米遗传育种研究。1946年参加了美国农部主持的比基尼岛原子弹爆炸试验对玉米细胞遗传效应的研究。他是中国利用杂种优势选育**玉米自交系**间杂交种的开创者，50年代末60年代初，选育出首批农大号玉米双交种并在生产上大面积推广种植。70年代中期育成多抗性丰产玉米杂交种中单2号，1983年全国种植面积为174万公顷，1984年获国家发明一等奖。该杂交种1977年至1987年累计种植面积达1 412万公顷。近年来，在他的主持下选育出**高赖氨酸玉米**杂交种中单206，其籽粒产量达到中单2号水平，全籽粒赖氨酸含量为0.47%，比中单2号高一倍。这种玉米的推广种植对我国畜牧业的发展有重要意义。70年代后期又在我国倡导**玉米群体改良**研究，这项工作的开展对提高玉米育种水平有重要意义。

李竞雄的论文见于美国的《科学》、《遗传学》等杂志，国内的则发表在《**作物学报**》、《中国农业科学》等刊物上。在长期的教学工作中先后主持编写出版了《作物栽培学》、《普通遗传学》等专著。

（石德权）

李先闻（1902～1976）　细胞遗传学家，作物育种家。1902年10月10日生于四川省江津，1915年入清华预备学校，1923年毕业于清华大学并赴美国留学于普渡大学园艺系，1926年毕业后入康奈尔大学研究院，从师于R. A. 埃默森(Emerson)教授，学习遗传学，1929年获博士学位。是年回国，先后执教于中央大学农学院、东北大学、北平大学农学院、河南大学农学院、武汉大学农学院。其间曾一度自费去日本深造，学习蚕业改良，与田中义磨共同探讨过蚕体细胞遗传问题。1938年应四川省稻麦改进所之邀，任该所食粮作物组主任，负责粮食增产的研究工作。1946年6月赴上海植物研究所供职，从事理论研究。1948年11月应台湾省糖业公司的邀请，赴台湾屏东**甘蔗育种场**从事**甘蔗**的研究工作。1954年被任命为台湾中央研究院植物研究所所长，为该院历届院士。



李先闻学术渊博，研究领域广泛，早在1932年于河南大学任教期间，就开展了**粟**和**小麦**的育种工作，发表论文多篇。在武汉大学工作期间，除进行稻、麦的育种工作外，还开展了粟类种间杂交的研究。担任四川稻麦改进所食粮作物组主任，为粮食生产作出了贡献，其间还致力于麦类和粟类作物细胞遗传研究，在美国有关的杂志上发表论文近10篇。赴台湾省后从事甘蔗的细胞学研究和育种的实践，1952年从区试材料中发现自南非引入的N:Co 310品种的18根蔗苗，经过试验证明是一个优异品种，1956年即扩大到81 000公顷。他还建立了甘蔗宿根繁殖制度，把两年一熟改为

四年三熟制，被台湾省农民誉为"半仙"和"甘蔗之神"。

他在实践中十分注重培养人才。据统计，由他推荐出国深造并获得博士学位的过27人，广布于分子生物学、细胞遗传学、生态学、群体遗传学、植物生理学等领域。他还活动于国际学术界，参与了历届太平洋科学会议、世界植物学会、第9、10、11届国际遗传学大会等，在国际上享有盛誉。

（李竞雄）

李振声（1931～　　） **小麦**遗传育种学家，全国劳动模范。1931年2月生于山东省淄博市，1951年毕业于山东农学院农学系。曾任中国科学院西安分院、陕西省科学院院长，中国遗传学会理事、植物遗传委员会副主任。陕西省遗传学会理事长，中国科学院西北植物研究所研究员。1987年任中国科学院副院长兼遗传研究所所长。



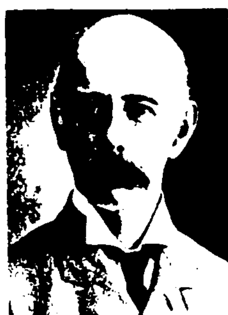
1951～1954年从事禾本科牧草的研究。1956年后一直从事小麦与偃麦草**远缘杂交**及小麦**染色体工程**的研究。曾先后育成了八倍体小偃麦新种、小偃麦异附加系、异代换系和易位系，以及高产、抗病小麦良种小偃4号、小偃5号、小偃6号，其中小偃6号在陕西、山西、河南、河北、山东、安徽、甘肃等省推广面积达70多万公顷，增产效益显著。在小麦染色体工程方面，研究了蓝粒小麦胚乳蓝色色素的遗传规律，并以蓝色胚乳为遗传标记，创造了蓝粒单体小麦，解决了单体繁殖和利用困难的问题；通过繁殖蓝粒单体小麦，获得了自花结实的缺体小麦，并利用自花结实的缺体小麦，建立了选育小麦异代换系的新方法及缺体回交法。

李振声从事科学研究30余年，成绩显著，曾多次获得国家和陕西省科技成果奖励。在国内外学术刊物上发表论文多篇，专著有《植物远缘杂交概说》、《小麦远缘杂交》等。

（穆素梅）

里德利，H. N.（Henry Nicholas Ridley，1855～1956） 出生在英国诺福克（Norfolk）郡西哈林（West Harling）。1877年毕业于牛津埃克赛特学院（Exeter college）。1880年被任职于英国自然博物馆植物学部。1888年被任命为马六甲海峡殖民地园林主任，主管新加坡和槟榔屿两个植物园和海峡殖民地的林业。

1876～1877年**巴西橡胶树**（*Hevea brasiliensis*）首次引种于东南亚。里德利出任新加坡植物园主任，对园内11株已结果的橡胶树极感兴趣。他从一开始就认定橡胶树是一个有巨大经济价值的商业种植园作物，极力劝说人们种植，当时非但未能引起人们的重视，反而遭受非难。1889年里德利首先发表了连续割胶制度的报告，他用切除橡胶树皮的方法，即著名的鲱骨形割线（Herring-bone tapping cut）的前身，取代用斧头在橡胶树上砍出许多伤口来采集胶液的原始方法。这是当时天然橡胶业期待已久的突破。里德利根据橡胶树皮的特征和树皮再生原理，在同一割口上重复割胶的研究成果，在天然橡胶业的发展历程中，不论在科学上和经济上都具有同等重要意义。里德利的发明导致了1898年第一个商业胶园（约16公顷）在东南亚的建立，奠定了天然橡胶商业栽培的基础。里德利被公认为天然橡胶业的一位杰出的先驱者，称颂他为"橡胶之母"和"橡胶业之父"。里德利的远见及其科学成就使新加坡成为橡胶栽培业的摇篮。如今东南亚天然橡胶业约为2 500万人提供了就业机会，东南亚供应了当今世界天然橡胶消费量近400万吨的85%。



1907年里德利以其优异的科学成就被接纳为英国皇家学会会员。1912年他从新加坡植物园退休。在里德利44年的退休岁月中，他发表了许多关于植物的论著，主要有《马来半岛植物志》（1922～1952）（Flora of the Malay Peninsula）及《全世界植物的传播》（1930）（Dispersal of Plants throughout the world）。1914年他荣获橡胶种植者协会（Rubber Growers Association）金质奖章；1920年获爵士称号；1928年获F. 迈耶外来植物引种（Frank Meyer Foreign Plant Introduction）奖励；1955年99岁高龄时，里德利荣获橡胶业协会柯尔文奖章（Colwya medal）和大英帝国勋章（British Enpire Medal）。

1977年东南亚各地纷纷举行纪念活动或学术活动，热烈庆祝巴西橡胶树引种到东南亚100周年。新加坡、马来西亚等国高度赞扬里德利为天然橡胶业的发展作出的卓越贡献。马来西亚橡胶生产者委员会（Rubber Producers Council of Malaysia）决定设立"里德利百周年奖"（Ridley Centennial Award），选举委员会一致认为，没有割胶制度的发展，就没有今天的橡胶业，一致同意第一个得奖人为里德利。

（莫善文）

利马豆（lima bean） 豆科菜豆属栽培种，学名*Phaseolus lunatus* L.，一年生或多年生草本植物。欧洲人于16世纪在秘鲁利马第一次见到这种豆类，故名。别名：荷包豆、金甲豆、雪豆、玉豆、洋扁豆等。主要用作粮食、蔬菜，也用作饲料和绿肥。

起源和栽培史 利马豆起源于墨西哥至秘鲁的广大地区 小粒型起源于墨西哥沿太平洋沿岸的丘陵地带；大粒型起源地为秘鲁。在秘鲁发现有公元前6 000～前5 000年的利马豆残存物；在墨西哥发现有公元前500～前300年的小利马豆种子遗物。

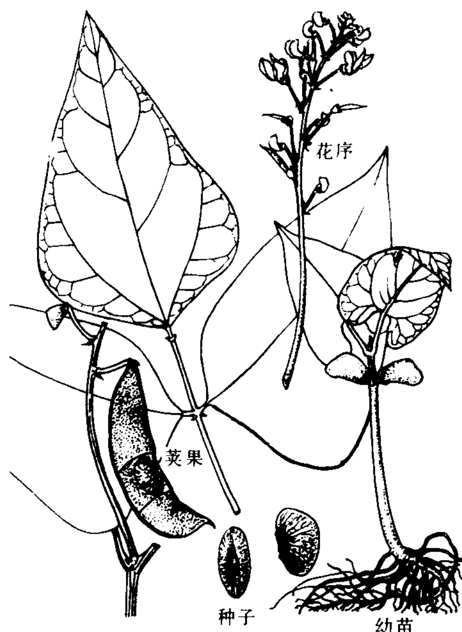
哥伦布发现美洲以前，印第安人已广泛栽培利马豆 以后从中美洲传到美国、西印度群岛和亚马孙盆地 随后从巴西传到非洲；由西班牙人传到菲律宾，再传到亚洲各地

分类 染色体数2n＝22 种以下的分类有三种：第一种分为五个类型，即扁平利马豆型(Macrocarpus)；柳叶雪豆型(Salcis)；从生雪豆型 (Lunonanus)；从生大粒利马豆型（Limenanus)；马铃薯形利马豆型(Solanoides) 第二种分为两个栽培组群，即小粒栽培组群 (cv-group lunatus)和大粒栽培组群(cv-group inamoenus) 第三种分为两个变种：利马豆变种*Ph.* var. *limensis*和雪豆变种*Ph.* var. *lunatus* 另外，亚洲的栽培品种又分为四个类型：爪哇豆，籽粒大小中等 稍扁平 种皮皱缩，粒色紫红到黑 极少数白色，含氢氰酸较多；红色仰光豆，粒小而饱满，红色或紫红色，含少量氢氰酸；白色仰光豆，粒小饱满，白色含微量氢氰酸；利马豆，粒大而饱满，白色，一般不含氢氰酸

生产和分布 利马豆主要分布在南美洲、中美洲、美国、印度、马尔加什等地，干豆产量每公顷1 000～3 000千克 中国有零星栽培，主要分布在广西、广东、云南、江西、江苏、台湾等省（自治区）

特征特性 株形有直立、半蔓生和蔓生三种类型 大粒蔓生类型主根粗壮，小粒类型主根较弱 子叶出土，主茎分枝一般5～10个 直立型株高30～90厘米，有限结荚习性；蔓生型株高2～4米，无限结荚习性 三出复叶 小叶为卵圆形，阔三角形，不整菱形或披针形 腋生总状花序，长约15厘米；花轴每节具有2～4朵花 自花授粉 旗瓣多为灰绿色，偶有紫色，黄白或紫红色；翼瓣白色，当旗瓣为有色时，翼瓣通常紫色或粉红带紫色；龙骨瓣和花柱螺旋状，荚扁平，长方形，有时弯曲，长5～12厘米，宽1.5～2.5厘米，每荚含种子2～6粒，籽粒为扁肾形，或不整菱形，粒色有白、浅黄、红、紫、黑和多种花纹或花斑。从脐向外缘有明显射线，百粒重30～200克。

利马豆要求较温暖而稳定的气候。月平均气温以16～27℃为好，低于13℃时，生长延缓，种子发芽最低温度为16～18℃ 大粒类型发芽土壤适宜温度为21～27℃，小粒类型可耐较高温度和较干旱。此两个类型在夜间温度高于21℃时，造成过早成熟而减产。在32～35℃高温天气又干旱时，落花落荚严重，种子成熟时要求干燥天气 长期生长在热带的栽培品种和原产于加勒比地区的利马豆，对光周期的反应为短日性；原



利 马 豆

产于比较温暖地区的栽培品种多为中日性。对土壤要求不严，在瘠薄地上也能正常生长，以排水和通气良好土壤为宜，在重粘土和水浸地上生长不良 适宜的土壤pH值为6～7 对矿物盐的危害敏感 化肥以施在距植株5～7.5厘米处为宜

种质资源和育种 设在哥伦比亚的国际热带农业研究中心（C I A T）有利马豆资源约2 000份，野生材料62份

美国已培育出早熟、生长势旺、抗病、抗虫，但产量低于蔓生品种的直立矮生大粒品种Fordhook242；适于月平均气温高于24℃地区的品种Burpee Bush；适于热带地区的小粒品种Wilbar；耐寒品种 Winfield、短日性品种Piloy 等。在哥伦比亚和玻利维亚有些资源的胡萝卜素含量高于美国商业品种14～18倍 中国利马豆品种资源较少，均为蔓生型 但粒色多样，有单色或带有花斑或花纹 小粒型品种如江西的白玉豆、花玉豆，广西的小荷包豆；大粒型品种如云南荷包豆，海南省的面豆，江西省的大花玉豆 早熟品种生育期一般90～110天，晚熟品种170～220天

栽培 单作，或与玉米、橡胶树等间作，在温带地区春播，热带地区于雨季开始时播种 广西壮族自治区、江西省在4月上中旬播种；矮生品种单作时行距50～70厘米，株距15～20厘米 蔓生品种需设支架，行距75厘米，株距15～30厘米 小粒品种播种量每公顷约55～75千克，大粒品种约130～170千克 播种深度3～5厘米。播种前要求施足基肥，生长期间应重视追施磷、钾肥，并进行中耕除草，在荚色变成褐色后收获 早熟和直立型品种可一次收获，蔓生型品种需

多次采收。

主要病害有根腐病*Rhizoctonia solani*、锈病*Uromyces phaseoli*、细菌性枯萎病*Xanthomonas phaseoli*及病毒病。主要虫害为豆荚螟*Etiella zinckenella*、蚜虫和豆象*Acanthoscelides obtectus*。

营养成分和用途　干豆粒的蛋白质含量约20%，脂肪1.1～1.5%，碳水化合物58～65%。大粒利马豆色艳味美；深色的小粒品种籽粒含氢氰酸较多，一般每100克含有10～300毫克，有毒，需煮后清洗几次才能食用；白粒品种含氢氰酸极少，食用安全。干籽粒作主食，也可制成罐头食品。青豆是优质蔬菜，并可快速冷冻后出售。枝叶繁茂，是良好的覆盖作物和绿肥，茎叶中可消化的营养物质约占14%，可用作青贮饲料。　（段醒男）

联邦德国农作物研究机构(research institutes of farm crops in Federal Republic of Germany)　联邦德国**农作物**的育种工作主要由私营**种子公司**进行。全国约有135个种子公司从事农作物新品种选育。各个公司的规模大小和育种的侧重作物不同。如规模最大的克莱因万茨雷本纳种子公司(Kleinwanzlebener Saatzucht)，斯特鲁勃—迪克曼联合公司(Fr. Strube-Dieckmann)是以**甜菜**、**玉米**为主，北德种子公司(Norddeutsche Pflanzenzucht)以油菜为主，洛霍夫—彼得古斯种子公司(Lochow-Petkus)以谷类作物如**小麦**、**黑麦**为主，海登赖希种子公司(Heidenreich)以大、小麦为主，育成了分布广的**冬小麦**品种卡瑞波(Caribo)。大的公司在国外拥有繁育基地和合营单位。目前，经批准列入国家品种登记目录中的推广品种有近一千个。

联邦农林食品部(Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten)所属的农业研究院、农林生物研究院、谷物和**马铃薯**加工研究院等与作物育种有密切关系，分别开展品种资源、抗性鉴定、品质分析、性状遗传与生理、病虫测报等方面的研究。在高等院校中，有五所大学设有作物育种方面的研究所或教研室。此外在大的研究协会如马克斯·普兰克协会(Max-Planck-Gesellschaft)，也设有植物育种研究所和细胞生物学研究所。

联邦农业研究院作物栽培和育种研究所(Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung)，是中央级的作物栽培和育种单位。全所职工83人，其中科学家27人。该所有控制湿度为5%、温度为－10℃的现代化基因库，可贮存10万份种子。所有研究室的试验数据，均由电脑处理和贮存。其农作物育种方面的重点工作是：①种子的搜集、登记和性状的记录。不仅搜集农作物品种，还搜集半栽培种和野生种。②种子化学成分的分析。包括淀粉、脂肪、粗蛋白和各种氨基酸含量的测定。③为培育新的工业原料作物作准备。主要探寻获取脂肪、纤维、酒精和沼气的作物。此外，还进行育种方法的研究。该所并不进行育种工作，只为私人农场和种子公司的育种家提供育种的原始材料、资料和育种方法。农作物栽培方面的工作主要是：①农作物的种植和轮作。②土壤耕作和改良。③作物的水分消耗与灌溉。　（李国柱）

连锁遗传(linkage inheritance)　位于同一**染色体**上的**基因**倾向于伴连传递的遗传现象。连锁遗传是**孟德尔定律**的进一步发展，是三大基本遗传规律之一。

1906年，W. 贝特森(Bateson)和R. C. 庞尼特(Punnett)首先发现连锁遗传现象。在香豌豆中，紫花长花粉与红花圆花粉杂交，或紫花圆花粉与红花长花粉杂交，F_2都不符合9∶3∶3∶1的理论比数，亲本型的实际数多于理论数，重组型的实际数少于理论数。

P　紫花长花粉 × 红花圆花粉
PPLL　ppll
↓
F_1　紫花长花粉
PpLl
↓⊗
F_2

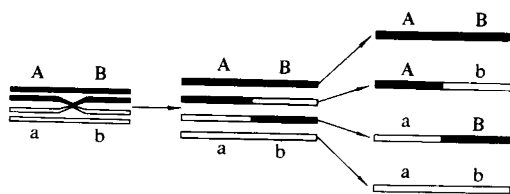
	紫长	紫圆	红长	红圆	总数
实际个体数	4 831	390	393	1 338	6 952
按9∶3∶3∶1推算的理论个体数	3 910.5	1 303.5	1 303.5	434.5	6 952

P　紫花圆花粉 × 红花长花粉
PPll　ppLL
↓
F_1　紫花长花粉
PpLl
↓⊗
F_2

	紫长	紫圆	红长	红圆	总数
实际个体数	226	95	97	1	419
按9∶3∶3∶1推算的理论个体数	235.8	78.5	78.5	26.2	419

1911年，T. H. 摩尔根(Morgan)用果蝇作为实验材料，也发现了连锁遗传现象，他认为连锁遗传现象的出现是由于控制这些性状的基因位于同一条染色体上，基因在染色体上呈直线排列。以后又证明连锁基因可以随着染色体节段的交换而得到重组。

细胞遗传学证明，连锁基因的交换发生在减数分裂的粗线期，由于非姊妹染色单体节段的互换，位于同一染色单体上的基因也得到了交换，产生重组型配子。当一个孢母细胞在两个基因位点之间发生一个单交换，经减数分裂形成的四个子细胞中，半数为亲本类型，半数为重组类型(见图)；如果全部孢母细胞发生交换，则重组类型共占50%，这无异于独立分配。一



连锁与交换

般情况下只有部分孢母细胞发生交换，故重组类型少于50%。重组型配子占总配子数的百分率称为重组率，也叫交换值。因此，一般交换值大于0而小于50%。交换值具有相对稳定性，故而可将其作为基因间的遗传距离看待，而以1%作为一个遗传距离单位。如交换值为5%，表示基因在染色体上相距5个遗传单位。当连锁基因间相距愈远时，就有更多的孢母细胞发生交换，交换值也愈大。反之，交换值则愈小。

有许多影响交换的因素，如温度、水分、营养、射线、性别等。如雌果蝇和雄家蚕不发生交换。

位于同一染色体上的基因组成一个连锁群。一个生物的连锁群数目与其染色体对数相一致，如玉米有10对染色体，则有10个连锁群。根据交换值的测定结果可绘制成连锁图，图上标定有基因的排列顺序和位置。连锁图对育种工作者有一定的指导意义，如有关基因是连锁的，为了期望在F_2代中出现一定数量的重组个体，可以根据连锁图上标定的交换值，安排适当大小的F_2群体，以减少盲目性；如基因间密切连锁，必须种植足够大的群体，以便打破连锁，出现重组型个体。（程经有）

连作（continuous cropping） 在同一块田地上连续种植相同作物的**种植方式**，又称重茬。在一定条件下有以下好处：扩大种植适于当地气候、土壤的作物，以满足社会需要或获得较多利润；专业化程度高，生产者较易掌握其高产栽培技术，也便于机械化等，但连作常会引起生育停滞、矮化。

根腐甚至死亡。连作导致减产有多方面原因，首先是连作会加重土壤感染的作物病虫害和寄生性、伴生性杂草的危害。土壤病害的病原菌可多年栖存在土壤中，从寄生作物地下部或地表部侵入，这些病菌的寄主，都有一定的专一性，如果连年在同一田地上种植相同的作物，则这些病原菌因有寄主而得以不断繁殖，密度越来越大，为害也逐年加重。寄生性和伴生性杂草也因得到优良的生态环境而加快繁殖（见**轮作**）。此外，有的作物长期连作，还可能引起恶化土壤物理、化学和生物学性质，降低施肥效果；加速片面消耗某些易缺的土壤营养元素，因而限制作物产量提高；在土壤中不断累积某些有毒的根系分泌物和作物残体分解后所产生的某些有毒物质，从而引起作物自身"中毒"。

各种作物对连作的反应不同，大致可分为三类。第一类：不耐连作的作物，如**豌豆**、**蚕豆**、**花生**、**烟草**、**甜菜**、**亚麻**、**黄麻**、**向日葵**等，这些作物连作，最易加重土壤感染的病害，引起明显减产。因此，在同一块田地上种一年后，宜隔2～4年或更长时间才可再种。第二类：耐短期连作的作物，如豆科绿肥、薯类作物、**大豆**等，这些作物短期连作，土壤感染的病虫为害较轻或不明显，可在同一块田地上连作1～2年，间隔1～2年后，又可再种。第三类：较耐长期连作的作物，如水稻、麦类、**玉米**、**甘蔗**等。可在同一块田地上连作3～4年，甚至更长年限。如果采取增肥灭草等措施，则连作受害轻或不明显。根据不同作物对连作的反应特点，针对连作危害的原因，采取以下相应的措施，则连作可较好地利用：①在充分**施肥**和改善**土壤耕作**的条件下，可在较长年限内连续种植稻、麦、玉米、**棉花**等耐连作的作物，或连续采用由它们组成的同一复种方式的连作，如麦—稻、麦—玉米、麦—稻—稻等长期在同一块田地上种植，其危害较轻或不明显，这种类型在中国占有很大面积；②扩大上述作物在**轮作**组成中的比重，适当延长其在轮作周期中的连作年限；③选用抗病**品种**；④实行**水旱轮作**；⑤在一年二熟三熟情况下，将其中一种或两种作物实行年间连作，而对另一种作物实行轮换种植。

（元生朝）

连作稻（sequential cropping rice） 在前季早稻收获后，接着再种一季晚稻的栽培方式。凡**水稻**生长季节在210天以上，≥10℃**积温**在4 900℃以上，又有较好的水肥和劳动力条件的地区，适宜种植连作稻。主要分布在长江以南的稻区和西南低海拔地带。

连作稻起源于中国华南地区，以后逐渐向北扩展。明、清期间（公元14世纪开始）已出现于长江以南稻区。清康熙年间连作稻曾一度试种到苏州，但未能成功。连作稻在江南一带，所占面积不大。1949年后，随着制度的改革，连作稻发展很快，栽培的北界推进到32° N的地区。1976年，栽培面积达1 200万公顷，同时还出现了大量的双季稻三熟制。但在发展过程中，也曾出现盲目扩种的现象。1978年开始调整，现今保持在1 000万公顷左右。

在人多地少、气候温暖湿润、生长季长的南方稻区，发展连作稻是充分利用自然资源，提高光能利用率，达到增产粮食的有效途径。但也存在季节紧、肥料缺、遭遇自然灾害机会多等问题。因此，在栽培技术上采取合理搭配早、晚稻品种，既要达到前季高产，又要保证晚稻能适时栽种，做到全年丰收。其次要安排好早、中、迟熟品种的比例，以调节农时。第三要

适时播种，培育适龄壮秧。早稻要在保证安全齐穗基础上适时早播、早栽，使之早熟；迟茬口早稻要防止秧龄过长而出现"早穗"现象；晚稻要从保证安全齐穗出发，严格掌握播、栽期，防避低温冷害。

（方宪章）

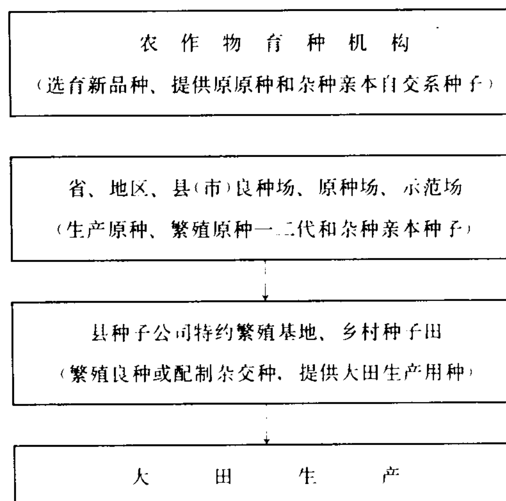
链荚豆 (alyce clover)　豆科链荚豆属的一个种，学名*Alysicarpus vaginalis*(L.) DC.，又名蓼蓝豆、单叶草。一年生或多年生草本植物。可作饲草和绿肥。原产于南亚、东非。广布于东半球热带地区。印度、斯里兰卡、拉丁美洲和美国佛罗里达等地均有栽培。中国南方有野生，也有小面积栽培，是一种优良的豆科牧草。茎平卧或上部直立，长达1米。单叶，近革质，形状及大小变化大，通常卵圆形或长椭圆形，长1～3厘米，约为宽的2倍。总状花序，腋生或顶生，有花6～12朵，花冠紫蓝色。荚果圆柱状，密集于果序上，由4～7个不开裂的荚节组成，长1.5～2.0厘米，宽2.0～2.5毫米，种子淡黄色至褐色，椭圆形，每千克48万～65万粒。喜热带潮湿一干旱气候，稍耐旱、耐酸，不耐渍。在砂壤土上生长良好，但易感染线虫病，故通常种于粘土上。对磷肥反应良好。播前用机械擦破种皮或脱荚，春夏播种。条播或撒播，每公顷播种量11～16千克。宜与旗草、潘哥拉草(*Digitaria decumbens* Stent.)、毛花雀稗等禾本科牧草混播。每公顷产干草3.75～6.5吨。一般第一年产量高，以后由于线虫为害而减产。每公顷产种子100～300千克。

（蒋侯明）

良种繁育 (seed production)　对通过审定的作物优良品种按一定程序进行繁殖，使生产的种子能够保持其优良种性及纯度，以满足生产用种的需要。亦称种子生产。是品种选育的继续和品种推广的基础。

良种繁育的主要任务有二：一是品种更换，即迅速繁殖通过审定的新品种种子，以代替生产上已混杂的退化或经济性状较差的原有品种。二是品种更新，即对生产上仍在使用但已开始混杂退化的良种，及时采用科学的繁育方法，恢复和提高其种性，延长使用年限。

国际上农业发达国家均建立有一套较完整的良种繁育推广体系，规定严格的制度和实施办法。中国良种繁育推广体系始建于50年代。在建立各级农业科学研究机构的同时，各地均建立了示范繁殖场(原种场、良种场)，负责生产原种和杂交亲本种子，提供县种子公司、特约繁殖基地和乡村农家种子田所需种子。种子田生产的良种供大田生产使用。从而逐渐形成由选育、繁殖和经营、推广单位组成的分作物、多形式的良种繁育推广体系(见图)。



良种繁育体系示意图

良种繁育是按原原种、原种、良种三级程序进行的。原原种亦称育种家种子，是由育种单位提供的，一般具有典型的特性和最优的播种品质。

用原原种直接繁育出的或通过三圃或两圃提纯复壮所产生的种子称原种，有些国家称合格种子。一般要求具有良好的品种品质和播种品质，即纯度高、性状典型、生长整齐一致、生活力强、发芽率高、杂质少并不带检疫性病虫害。

原原种、原种和良种的生产需要有计划地进行，防止种子生产程序前后脱节和盲目生产。国营良(原)种场、特约繁殖基地和乡村种子专业队(组、户)应具备良好的生产和隔离条件及必要的技术力量。繁殖种子要求遵照技术操作规程统一供种源，分级管理，合理安排种子田的轮作倒茬，严格进行田间检验，做好种子防杂保纯和精选处理。

为了尽快向生产提供新品种的良种，有时需要加速良种繁殖速度。采取如下做法：①提高繁殖系数。包括稀播繁殖、单粒或单株种植、剥蘖分植、切块育苗、剪蔓栽插、芽栽苗栽等。共同特点是要求繁殖田精耕细作，增施肥料，加强管理。②加代繁殖。包括异地和异季繁殖。前者如玉米可到海南省和云南冬繁加代。后者如有的地区早稻春播夏收后再夏播秋收，一年可收两代，中国南方农民称之为倒种春或翻秋。

（曾观惠　陈　哲）

粮食贮藏 (grain storage)　粮食收获后至消费前，进行干燥、清理、进仓、控制水分和温度，防治虫害和霉变的技术管理过程。目的在于调节供应，保持品质，减少损耗。

简史　据考证，古埃及、中国和罗马在5 000年前的原始公社就有用土制器皿、罐藏、窖藏及圆柱仓储粮。中国在周代和春秋战国时期始设仓储粮，《周礼·

地官·司徒》（公元前1134～前1114年）载，"仓人……余则藏之" 并已有较大规模的粮仓。《氾胜之书》（公元前37～前32年）记述了"烈日曝干"、"趁热进仓"、"麦一石、艾一把"的麦类保藏。明朝万历年间吕坤《俞森荒政八卷》（公元1573～1619年）谈到贮粮发热与防治。"新收谷石，生性未除倘发泄，必生内热，……满仓翻转一遍，热气尽泄，本味自全……。"近代贮粮已由小量窖、穴贮藏发展为大型贮粮方式和科学管理。

粮仓 贮藏粮食的专用建筑。古代有仓、廒、廪、囤、困、京、窖等，周代和春秋战国已有规模较大的房仓，汉代设有"常平仓"贮备。近代粮仓有房式仓、立筒仓等。

房式仓是中国贮粮使用最早、建筑最普遍，是国家贮备的主要仓型。其中包括标准仓、高房仓、拱型仓、薄壳仓及波纹钢板仓。此类粮仓门窗可密闭，便于防虫与熏蒸杀虫；也可开启通风散热，防止霉变，地面采用沥青地，墙内有防潮层，粮食可以直接散堆地坪，堆高3～4.5米。仓容在几千吨至数十万吨。有效容量为85%。

立筒仓有砖砌、钢筋混凝土及钢板筒仓。仓体圆形，筒径5～20米，高10～30米。筒仓可数个组成贮粮规模宏大的仓群，具有烘干、清理、计量、流转作业系统，利用提升机与输送带，通过分配器、溜管将粮食分别送入各仓中，粮食出仓由仓底通过锥底自流出粮。具有较高的机械化自动化设备，是国际通行的现代化贮仓。

贮藏原理 粮食是有生命的有机体，在贮藏期中具有呼吸、后熟、休眠、萌芽等生理活性，粮食生命与生态环境密切相关。有许多变量因素在互相影响，其变化和控制均较复杂。原粮和成品粮在购、贮、销、运的管理制度中，贮藏是一种中间过渡状态。粮堆直接与环境的湿度、温度、大气成分、光等因素有关，并受到虫、霉侵袭而发生量与质的变化。在贮藏过程中，粮食由于发热、结露、霉变、虫蚀，以及生理活性引起的干物质损失，特别要注意控制温度、湿度等因素的变化。

水分 粮食含水分高宜虫霉滋生，霉坏粮食。水分可使粮粒内水解酶的活性生理活动增强，使粮食的营养物质消耗和食味变劣。如能保持在安全水分（渡过夏天的水分）以下，粮食可以贮存多年而不致变质。但在贮藏过程中粮食的水分随空气湿度而发生变化。粮食的含水量与空气湿度之间有个吸湿平衡的关系，在一定相对湿度下有一个对应于这个相对湿度的粮食水分叫做平衡水分。粮食实际含水量高于这个水分时就放湿，低于这水分时就吸湿，所有禾本科粮食的平衡水分变动范围在7～36%，相当于大气相对湿度15～20%到100%相对湿度的平衡水分。因此，即使入库前已经干燥的粮食在高湿度环境下贮藏，也要吸湿返潮。此外，当寒潮侵袭，会引起粮面结露，由于气候变更而引起的仓库粮温的升降以及粮堆内局部区域害虫所产生的热量，也常常导致粮堆中温度的差异，这种粮堆内的温差，将会导致湿热扩散，其结果首先引起水分的转移，继之由于局部粮堆水分增加而造成变质。

温度 粮堆的温度受气温与仓温的影响。粮食在冬季较之夏季容易贮藏，特别是含有较高水分的粮食，这是因为许多生理生化的变化是随温度的升高而加速的。水解酶与呼吸酶的作用能促使粮食生物体中的生化进程，在正常的贮藏条件下都遵循这一规律。但当粮堆局部温度超过50℃时，酶的活性受到抑制反而使呼吸强度减弱，过高的温度会引起蛋白质的变性。低温能抑止粮食的生理代谢和虫、霉的繁育，这是最好的贮藏条件。温度每降低5℃，相当于水分减少1%的贮藏效果。

大气成分 贮藏粮食时粮堆孔隙中的大气成分逐渐改变，在密闭条件下，粮食和微生物呼吸作用消耗氧和放出二氧化碳。使氧含量降低，二氧化碳含量逐渐增加。当耗氧到一定程度和二氧化碳蓄积到一定程度时，对粮食呼吸作用的强度，生物氧化反应的进程，需氧微生物的生长发育和仓库害虫生命活动都会得到抑制。人工充入二氧化碳或低氧气体亦能得到同样结果。

光 光作为热的来源时会增加粮堆的温度。同时，光（主要是紫外线）对一些光敏色素、维生素均有破坏作用，亦能激发脂肪的自动氧化，而产生氢过氧化物和醛、酮的异味，以及羰基化合物的陈米味，所以粮食通常贮藏在透光甚微弱的仓房或不透光的立筒仓内。

粮质 籽粒饱满、成熟度好的粮食呼吸作用小，耐贮藏。凡湿泡、冻伤、胚芽萌动、破损粒和成熟度不良的粮食贮藏稳定性差，而且在含水量相同的情况下，容易发热。

贮藏前的准备 必须进行清仓消毒和虫粮处理。粮食入库贮藏前，粮食要达到"干、饱、净"。

干燥 入库粮食水分应符合安全标准，相对安全水分是以空气相对湿度75%下的平衡水分来计算的。较长期贮藏的粮食以相对湿度65%为准（见表）。干燥方法有阳光干燥、通风干燥、烘干机干燥。

清理 清除在收割、脱粒、翻晒过程中混入的各种杂质，杂质不仅影响粮食的纯净度，从而降低粮食品质，而且有机杂质不仅带菌，还带有毒物质，吸湿性能大，是引起贮粮发热、变质的主要原因。利用谷粒与杂质颗粒的大小、形状、比重等方面的不同，使杂质分离。可进行风力扬净或筛分。

贮藏技术 常用的方法有：

常规贮藏 在仓房内适时通风或密闭的贮藏方法。根据仓房内外温、湿度的情况，选择有利于降低粮温

不同粮食安全储藏水分标准

粮食种类	水分标准（%）	
	安全水分	半安全水分
籼　稻	13.5以下	13.5～14.5
粳　稻	14.5以下	14.5～16.0
糯　稻	14.5以下	14.5～16.0
籼　米	13.0以下	13.0～14.0
粳　米	14.0以下	14.0～15.0
糯　米	14.0以下	14.0～15.0
小　麦	12.5以下	12.5～13.5
大　麦	12.5以下	12.5～13.5
面　粉	13.0以下	13.0～14.0
大　豆	13.0以下	13.0～14.0
蚕　豆	13.0以下	13.0～14.0
玉　米	12.5以下	12.5～13.5
薯　干	12.5以下	12.5～13.5

和粮食水分的时机，打开门窗进行自然通风。在大气温、湿度高于粮食温度和水分时，应以密闭为主。可采用门窗密闭或粮食上压盖疏松的物料，以保持粮食低温和低湿。

低温贮藏　利用低温限制害虫、微生物的活动，降低粮食呼吸作用的贮藏方法。根据低温的来源可有三种方法：①冬季冷却　利用冬季自然通风将粮温降到0～5℃后，利用仓房的隔热围护结构与粮面物料压盖，进行全仓密闭，以减少夏季到来时外界温度的影响，控制粮温回升温度不超过20℃；②机械通风　利用通风机将外界冷空气送入粮堆或将粮堆内湿热吸出，使之达到适当低温后压盖密闭；③机械制冷　利用制冷设备产生冷气，送入具有隔热结构的仓库内，为粮堆创造低温环境。机械制冷低温库分为低温库（15℃）和准低温库（20℃）两种。

气控贮藏　又称气调贮藏。在密闭条件下，用低的氧分压、高浓度氮气或高浓度二氧化碳气体保存粮食的方法。气控贮藏中密闭是首要关键。常用的密闭材料有聚氯乙烯、聚乙烯、聚酯和聚乙烯的复合薄膜等。对于具有良好的气密层的气调库则用氯丁橡胶、聚氨酯或丙烯酸系及聚乙烯密封涂料喷涂墙面，可达到整仓储粮的效果。所用的气控气体一般为氮气及二氧化碳，或直接用惰性气体发生器、分子筛富氮装置、真空充二氧化碳包装机、净化气调的系列装置、自然缺氧、微生物辅助降氧以及除氧剂等多种方法。在一般情况下，当氧气浓度降到1～4%，或氮气浓度达99%左右保持7～14天，即可有效地控制虫害。当二氧化碳浓度达40～60%时，密闭4～7天即可使仓库害虫全部死亡。

低氧贮藏　适用于各种低水分粮食，能抑制好气性微生物活动防治仓库害虫，使粮粒处于休眠状态，增加储粮稳定性。过低的氧浓度不能完全控制害虫时，可配合低剂量磷化氢，熏杀效果显著。每立方米粮食用磷化铝粉剂0.5克。粮堆高度不超过3米可表面施药，超过3米可采用小布袋埋藏，分层设投药部位，亦可采用磷化氢投药器，在仓外自控施药熏蒸。

地下贮藏　地下粮仓是一种天然的冷藏库。由于地下粮仓粮温的降低与升高极为缓慢，应根据当地的地域特点采用。但地下粮仓能获得的低温常因地理位置不同而相差甚大。在中国的北部与中部地区的地下喇叭仓，可以分别达到12～15℃和18～20℃的低温，而在南部则很难获得这样理想的贮藏温度。较高的地下水位也限制了地下粮仓在南方的广泛设置。

粮堆温度在贮藏期应经常检查、记录。粮堆温度变幅可直接反映贮粮安危并判断粮食有无发热征兆。通常粮温随气温、仓温升降而变化，因此在检查粮温同时要结合测定气温与仓温。

经常对粮食虫害感染进行扦样检查，以便一旦发现粮食生虫，及时采取措施。防治害虫可应用化学药剂熏蒸、拌入防护剂，或采用二氧化碳和低氧等气调技术加以控制。粮食储备仓贮粮经常性管理随季节而不同，春夏以密闭为主，秋冬辅以通风，注意防潮、隔热措施。还应防止粮食贮藏与仓库作业中的粉尘爆炸，有毒污染、熏蒸事故，缺氧窒息等可能性灾害的发生，并防止鼠雀为害。　（路茂玉）

粮食作物（food crops）　其收获物主要供人类作主食食用的作物，也称食用作物。包括①以子实供作粮食的谷类作物，主要是禾本科的禾谷类作物，如**水稻**、**小麦**、**大麦**、**燕麦**、**黑麦**、**小黑麦**、**玉米**、**高粱**、**粟**、**黍**、**稗**等，蓼科的**荞麦**也属此类。②以种子和嫩荚供食用的豆科作物，主要有**大豆**、**蚕豆**、**豌豆**、**小豆**、**绿豆**、**豇豆**、**扁豆**等，这类作物的种子富含淀粉、蛋白质和脂肪，是高营养成分的主食。其根部有根瘤菌与之共生，能增加土壤肥力。③以块根或块茎供食用的薯芋类作物，也称根茎类。块根作物主要是甘薯，块茎作物首举**马铃薯**等。这类作物含淀粉量高，除食用外，还可制淀粉、酒精等，是未来的一种能源作物。　（依　兵）

粮饲轮作（cereal-forage crop rotation）　在同一块田地上，轮换种植**粮食作物**与**饲料作物**的种植方式。主产粮食的农区，粮食可作精饲料，其副产品是家畜的精料或粗料，在轮作中增种青刈饲料、多汁饲料或豆科牧草，有利于农牧结合，开展多种经营增加收益。苏联采用多年生牧草与一年生谷物轮作；美国的玉米带，常采用**玉米**—**燕麦**或**小麦**加播红三叶—红三叶的三区轮作或玉米—玉米—燕麦加播三叶草—三叶草四区轮作；澳大利亚则采用小麦→一年生牧草轮作。

中国采用较多的粮饲轮作方式：

粮食作物与饲料作物并重①玉米套草木樨→草木樨→玉米或向日葵（辽宁北部）；②小麦套紫花苜蓿→紫花苜蓿（2～3年）→小麦—玉米（2～3年）（新疆）；③小麦—青刈玉米（华北）；④早稻—饲用秋甘薯（江西）；⑤早稻—晚稻—饲用冬甘薯（广东）。

粮食与饲料兼用的作物轮换①大麦（或豌豆）—甘薯（四川）；②小麦套玉米套秋甘薯（四川）；③玉米—甘薯→双季稻（广西）。

以粮食作物为主，填闲插入一季或二季青饲作物①春绿萍—杂交中稻—秋绿萍（四川）；②油菜—早稻—青刈玉米或甘薯蔓（江西）；③早稻—晚稻套紫云英（或饲用的油菜、萝卜混播）（江西）；④早稻—晚稻—冬绿萍（江西、福建）。

在主要粮食作物行间间作饲料作物的①芋头间作甘薯（或豆类）—饲用蔬菜→双季稻（广西）；②早稻间作绿萍—晚稻间作绿萍（江西）；③早稻—秋大豆间作甘薯（湖南）；④大麦间作蚕豆（饲用）/春玉米间作南瓜（饲料）—晚稻（江苏）；⑤青刈蚕豆/春玉米/秋甘薯（或萝卜、荞麦）（四川） （钟树福）

两段育秧 (double transplanting for raising rice seedlings) 把水稻育秧全过程分成两个阶段进行的一种育秧方法。第一段是用密播的方法在秧田或温室里培育小苗；第二段为寄秧阶段，即把小苗带土或不带土按适宜的密度假植到经过耕耙施肥的寄秧田中，待培育成粗壮大秧或带蘖壮秧后，再移入大田定植。这是一种适用于多种迟栽茬口稻的育秧技术。

两段育秧主要用于连作晚稻，它可以解决迟栽连作晚稻常因超秧龄而发生的"早穗"问题。使长江下游于立秋后迟栽的晚稻赶上或超过用一般秧适时栽的产量。也可适用于迟茬口一季中稻，在采用生育期较长的杂交稻时，解决早播与迟栽的矛盾，并提早出穗期，以避开开花期高温或灌浆期低温阴雨对结实的影响。

两段育秧主要是因为寄秧田的优越环境能促进稻苗根系和整个营养体的生长，以弥补迟栽稻大田营养生长的不足。经过寄秧，其根系比一般育秧法秧苗的根系分布广、根长、体积大、干重高，出叶速度也快，并可出生一部分早期秧田分蘖。这种营养生长优势能在一定程度上延续到大田生长后期，最后收获时，它的主茎总叶数比同期栽的一般秧多，株高、穗长、每穗粒数均优于一般秧。

育秧中的第一段小苗，对于连作晚稻多直接在秧田中采用露地湿润育秧密播育成。如用于一季中稻，则多采用保温育秧，或者在秧田密播后加盖地膜，或者在温室和塑料大棚中，采用盘式育秧。第二段寄秧是两段秧获得优势的主要阶段，其寄栽密度视需要控制的总秧龄长短而定。秧龄长，寄栽密度宜稀；秧龄短，寄栽密度可密。寄栽方式可单株浅栽，也可小块或成条摆寄。在寄栽后7～25天内，要在精细整地基础上，适当灌水并分次追施速效肥，以促进秧苗健壮，但要防止因寄秧时间过长，或深灌、重施肥而导致叶丛密闭，以及随之而引起的根系衰败。

两段育秧比较费工，但用于迟栽稻，增产效果显著，且可节省专用秧田，因此在生产上可与稀播育秧等方法搭配采用。 （王兆骞 申宗坦）

晾烟 (air-cured tobacco) 烟叶在通风条件下，经晾制而成的烟草类型。在气温较低时也可借助火力干燥。雪茄包叶烟、马里兰烟和中国晾烟都属此类型。白肋烟也是晾制，但独自成为一个类型。

中国武鸣烟，产于广西壮族自治区武鸣县东北的大小明山间的狭长地带，以两江、小陆和马头等区的页岩和沙页岩土壤产者为佳，其中风林和陆斡所产更为有名。要求土壤肥力较高、施氮量较大，栽培密度约每公顷30万株，打顶宜低，留叶宜少，单株留叶数15～16片。仅去顶芽保留周围嫩叶（窝心打顶），促使顶部三片叶肥大，称为"三花顶"，是武鸣晾烟之上品。烟株成熟时，选择晴天整株割下，悬挂荫凉通风场所晾制，晾干后连茎割下，分级扎把堆发酵。堆放时叶尖向内成方堆或圆堆，堆高2米左右。7～10天后无发热和霉变即为正常，覆盖和重压以促堆内发酵，50～60天后，烟叶油分显露，光泽鲜明，叶面呈粘性即为充分发酵。原烟深褐色，叶厚油润，香浓味烈，多作雪茄和斗烟原料。

雪茄包叶属深色晾烟。古巴、印度尼西亚、美国等主产国家多数为遮荫栽培，晾房调制。所产烟叶宽而薄，色泽均匀，无残伤病斑，组织细致，弹性强。中国的雪茄包叶大多采用优质晒红烟为原料，以桐乡所产质量最佳。

马里兰烟是淡色晾烟，叶片薄，尼古丁含量较低，香气淡，燃烧性好，用于混合型卷烟。主产于美国马里兰州，中国正引进试种。 （戴 冕）

辽细辛 见东北细辛

撂荒 (shifting cultivation) 荒地在开垦种植几年后弃而不种不管，待地力恢复，再行垦殖的一种极其粗放的土地利用方式。人们在开垦土地种植作物期间，由于只种不管，或管理非常粗放，又不施肥，3～5年后，便因地力逐渐减退，杂草滋生，产量随之急剧下降。待不宜再种时，便将土地放弃，任其荒芜。撂荒期间，因为天然生长一些植物，积累了有机物质，地力重新恢复，得以再垦再种。

在农业发展史上，撂荒是最古老的原始耕作制。人

类由狩猎生活方式进入农耕生活方式大都经历这一阶段。据记载，中国远在公元前21世纪到春秋时代盛行撂荒。当时土地还未私有，人们可以任意选择处女地开垦种植。先烧毁森林或草原，再用极其简陋的工具，弄松土壤，播种谷物，即"刀耕火种"。头几年作物产量尚可，随后因地力下降、杂草滋生，产量逐年降低，等到不宜再种时，便弃耕而另开垦新的生荒地，这叫做生荒耕作制。

社会发展到一定阶段，产生了土地私有制，又因土地的有限性，人们不能随意迁移，必须重新开垦以前曾弃耕了的荒地。这些熟荒地在撂荒期间，由于生长了天然草木，植被更替，地力得以重新恢复，撂荒的时期有10～30年不等。这种开垦熟荒地种植作物的土地利用方式，叫熟荒耕作制，多见于地广人稀的地区。

生荒制与熟荒制之间，并没有实质性的差别，因而都归于原始的撂荒耕作制。中国历史上有关耕作制度的记载，始于西周，当时土地利用年限一般不超过三年，然后弃耕，处于熟荒向休闲过渡时期。迄至20世纪80年代，一些边远山区仍存在着"轮荒地"、"倒山种植"，这种撂荒制主要分布于热带地区，如新几内亚、亚马孙河流域、非洲等地。

撂荒耕作制以"烧荒垦田"为特征，开垦一部分土地，就要毁掉一部分森林或草原，这在荒地资源多的时代和地区，不致于产生多大问题，但在垦殖指数相当高、撂荒时间又较短的情况下，植被常常遭到破坏，引起水土流失，破坏生态平衡，后果则是严重的。

（杨春峰）

列当 (broomrape)　列当是一年生根寄生杂草。俗名独根草。属双子叶植物纲，管状花目，列当科。无叶绿素和根系，寄生在某些高等植物的根上，以吸盘从寄主植物体内摄取养分和水分。被列当寄生的向日葵，植株矮小纤细，花盘小，秕粒增多，含油率降低。据调查：一株向日葵上寄生18株列当可减产25%；寄生60株几乎没有收成。

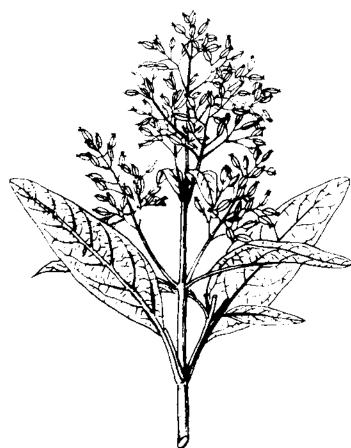
全世界约有列当100种左右，以苏联境内分布为最多。在中国已知11种，为害向日葵的列当主要有3种：向日葵列当*Orobanche cumana*主要分布于河北省；埃及列当*O. aegyotiaca*主要分布于新疆维吾尔自治区、内蒙古自治区和山西、甘肃等省；列当*O. coerulescens*分布于黑龙江、吉林、辽宁、山东、山西、河北、新疆维吾尔自治区、陕西、四川和甘肃等地。向日葵列当在中国列为检疫对象。

向日葵列当除寄生于向日葵外，也寄生于**烟草**、番茄、红花及黄蒿等植物。以种子繁殖，每株列当可产生种子约10万粒，种子多分布在5～10厘米耕层内，在土壤中可保持生活力5～10年。土壤温度、湿度、pH值和寄主植物根部分泌物，是影响列当种子萌发的主要条件。在适宜温湿度下，种子终年可以萌发，中国河北省从7月上旬至10月上旬列当可接连出土。向日葵列当茎直立单生，肉质，被有细毛，淡黄至紫褐色，高度不等，最高约40厘米左右。叶退化成鳞片状，小而无柄，螺旋状排列在茎秆上。两性花，左右对称，蓝紫色。每株约有花20～40朵，最多有80朵。全生育期约28～30天。蒴果通常二纵裂，内含大量细小的种子，种子形状不规则，略呈卵形，成熟种子为黑褐色，坚硬，表面有较规则的网纹，种子长度约0.2～0.5毫米，宽厚各约0.2～0.3毫米。防治方法：严格执行检疫，防止传播；在开花前及时铲除；实行轮作；选用抗列当品种；化学防除。

（司安民）

列氏金鸡纳树 (ledger cinchona)　茜草科金鸡纳树属列氏金鸡纳树，学名*Cinchona ledgeriana* Moens。多年生乔木。别名规那树、金鸡勒、奎宁树。根、茎、枝的皮部入药。产于南美洲、印度尼西亚、西非等地。中国台湾省1912年引种成功，云南省于1933年试种成功。同属植物栽培最多的还有红金鸡纳树*C. succirubra* Pav.、棕金鸡纳树*C. officinalis* L.和黄金鸡纳树*C. calisaya* Wedd.，同等入药。

列氏金鸡纳树高6米左右。树皮薄，厚约2～3毫米。叶披针形，光滑厚实。圆锥花序顶生兼腋生，花黄白色。蒴果尖卵形。种子褐色，细小，薄，轻，有翅。



列氏金鸡纳树

适宜温暖、潮湿的气候。要求冬暖夏凉，全年无霜，年水量1 200毫米以上，分布均匀，终年湿润。喜阴，需50%左右的荫蔽度。要求疏松、肥沃、排水良好的酸性砂质壤土或腐殖质壤土。积水易造成死亡。在云南省南部（21°N～25°N）的低海拔地区，由于热量过于充足，易导致早花早衰，宜在海拔1 000米左右的地区种植。

以种子繁殖为主，为了保持母株优良性状，可采用芽接繁殖。种子在2月至3月成熟，极易丧失发芽力，宜采后即播。如需贮藏，必须防潮、防霉，最好用干燥器贮藏，每隔10～15天打开换气一次，3月至5月春播或8月至9月秋播均可。种子细小，每克3 000～4 000粒，需精细整地，并进行土壤消毒，以减少病害发生



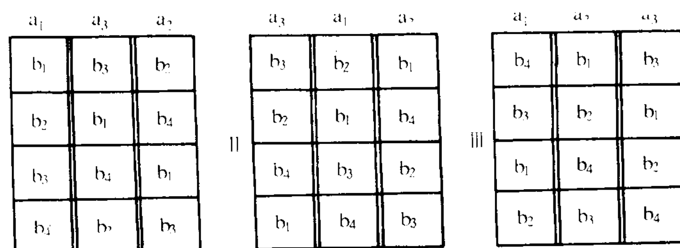
撒播，覆土以盖没大部分种子为度，过厚影响出苗 播后搭荫棚，喷水保湿，保持床面无干土粒为宜 及时除草间苗，追施速效氮肥催苗 移植前分次拆除荫棚，锻炼幼苗 当苗高7～10厘米，在雨季移植，此时水分充足，日照时间短，成活率高，生长快，可不搭荫棚 移植行株距20×10厘米 移植一年后，苗高40～50厘米时便可定植，最好与经济林木间作 如荒地定植，应留荫蔽树 坡地需开梯田 按行株距1.5～2×1 米挖穴，宽50厘米、深40厘米，在定植前修剪叶片和枝条 选阴天定植 在林地种植须进行除草、压青、追肥、整枝、防治病虫害等田间管理 病虫害有疫病 *Phytophthora cinchonae*、立枯病 *Rhizoctonia* sp.、大蟋蟀及金龟子等 树皮中奎宁含量随树龄而增加，5～7年时奎宁的积累最快，7～12年维持最高水平，12年以后则有下降趋势 故定植7～8年收获最为合适 雨季即将结束时进行采收，剥取树皮，晒干或烘干 第一次收获，离地面10～15厘米砍断树干 收获后精心保护树桩，抽芽后留1～2个萌生条，让其生长 第二次收获，采用全伐，连根挖掉，进行更新

根、茎、枝的皮及种子内含有26种生物碱，总称金鸡纳生物碱，主要是奎宁，其次是辛可宁、辛可尼丁、奎尼丁等 奎宁为治疗各种疟疾和镇痛解热药，并可作为苦味健胃剂和强壮剂 奎尼丁可治疗心房颤动症

（周庆年）

裂区试验设计 (split-plot design) 将试验小区进行逐级分裂的一种试验设计 在复因子试验中，如果各因素对小区面积大小要求不同，或试验者对各因素试验精确度的要求不同，则可先将区组划分为若干个主区 把需要较大小区或效应容易区分、精确度要求不高的因素布置于主区中，主区因素的各处理叫作主处理 然后将各主区进一步划分为若干个副区，安排另一个因素的各处理（副处理）

裂区设计中，副区可以按随机区组或拉丁方排列，其中以主、副处理均按随机区组排列的类型最为简便易行 主区的排列与一般随机区组设计相同 就整个试验来说，每个主区仅是副处理的一个不完全区组，因而是一种混杂主区处理效应的试验设计 例如，某试验有3种耕作方式（主处理），分别以a_1、a_2、a_3表示，4种密度（副处理），分别以b_1、b_2、b_3、b_4表示，则3个重复（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）的裂区设计如图示



统计分析时，可分别估算主区误差（Ea）和副区误差（Eb） 前者用于主处理的显著性测验；后者用于副处理和主×副互作的显著性测验 由于主区面积大，局部控制效果较差，一般主区误差较大，因而主处理比较的精确度相对较低 而副区面积小，在同一主区内彼此靠近，局部控制效果较好，一般副区误差较小，所以测验副处理及主×副互作效应的精确度较高 对于主、副处理均为随机区组方式的裂区试验设计，若含有a个主处理，b个副处理，r次重复，则第i区组内第j主区第k副区的观测值x_{ijk}的线性数学模型可表达为：

$$x_{ijk}=\mu+\rho_i+\alpha_j+\nu_{ij}+\beta_k+(\alpha\beta)_{jk}+\varepsilon_{ijk}$$

式中 μ为总体平均数，ρ_i为区组效应（i＝1,2……r），α_j为主处理效应（j＝1,2,……a），ν_{ij}是主区随机误差，β_k是副处理效应（k＝1,2,……b），$(\alpha\beta)_{jk}$是主、副区因素互作效应，ε_{ijk}是副区随机误差 根据上述线性模型，可将裂区试验的方差分析表解如下：

表中 $\bar{x}_r$是区组平均数，$\bar{x}_a$是主处理平

裂区设计的方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F
区组间	$r-1$	$SS_R=ab\sum_i(\bar{x}_r-\bar{x})^2$	$MS_R=SS_R/(r-1)$	MS_R/MS_{Ea}
主处理（A）	$a-1$	$SS_A=br\sum_j(\bar{x}_a-\bar{x})^2$	$MS_A=SS_A/(a-1)$	MS_A/MS_{Ea}
主区误差（Ea）	$(a-1)(r-1)$	$SS_{Ea}=SS_w-SS_R-SS_A$	$MS_{Ea}=SS_{Ea}/(a-1)(r-1)$	
主区合计	$ar-1$	$SS_W=b\sum_i\sum_j(\bar{x}_w-\bar{x})^2$		
副处理（B）	$b-1$	$SS_B=ar\sum_k(\bar{x}_b-\bar{x})^2$	$MS_B=SS_B/(b-1)$	MS_B/MS_{Eb}
$A\times B$	$(a-1)(b-1)$	$SS_{AB}=r\sum_j\sum_k(\bar{x}_{ab}-\bar{x}_a-\bar{x}_b+\bar{x})^2$	$MS_{AB}=SS_{AB}/(a-1)(b-1)$	MS_{AB}/MS_{Eb}
副区误差（Eb）	$a(b-1)(r-1)$	$SS_{Eb}=SS_T-SS_W-SS_B-SS_{AB}$	$MS_{Eb}=SS_{Eb}/a(b-1)(r-1)$	
总和	$abr-1$	$SS_T=\sum_i\sum_j\sum_k(x_{ijk}-\bar{x})^2$		

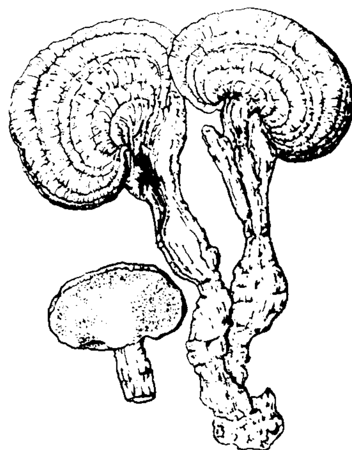
均数，$\bar{x}_{a}$是某区组内的主区平均数，$\bar{x}_{b}$是副处理平均数，$\bar{x}_{ab}$是主副处理组合平均数。可以看出，主区误差与副区误差自由度之和（r－1）（a－1）＋a（b－1）（r－1）＝（r－1）（ab－1），恰好为二因素随机区组试验的误差自由度。可见裂区设计统计分析的特点在于能将试验误差做进一步分解，可对不同试验因子的主效应和互作效应提供不同精确度的比较。

裂区试验设计常用于下述情况：①如果试验研究中一个因素的主效应比另一因素大，则可将前者布置于主区，后者布置于副区。②如果一个因素的主效应比另一因素更重要，或试验的主要目的是研究因素间的互作，则可将重要的因素布置于副区，以便对其主效应及主×副互作效应进行更为精确的检验。③在田间试验中往往将需要较大面积的因素布置于主区，而将其余因素布置于副区。若试验因素不止两个，还可将副区再进一步分裂为亚副区，以便安置第三个因素的各个处理。这种设计称为再裂区设计。

（郭平仲）

灵芝（lingchi） 多孔菌科灵芝属中的栽培灵芝，学名*Ganoderma lucidum*（Leyss. ex Fr.）Karst.。一年生或多年生真菌。古名三秀、茵、芝。别名灵芝草、赤芝。以子实体及孢子入药。分布于世界各地，以热带及亚热带地区较多。中国大部分山林地区都有分布，于1964年栽培成功。同属植物紫芝*G. japonicum*（Fr.）Lloyd和薄盖灵芝*G.capense*（Lloyd）Teng等亦栽培成功，同供药用。

为腐生性真菌，由菌丝体和子实体组成。菌丝分枝，无色透明，直径约1～3微米；子实体由菌丝体组织分化所形成。子实体又分化成菌柄、菌盖和菌盖背面的子实层。成熟的子实体变为木质化，其皮壳组织革质化，具漆色光泽。其菌盖大小不一，多半圆形或肾形，具环状棱纹及辐射状皱纹，边缘薄或平截；菌肉近白色至淡褐色；菌盖下面白色，后变为淡褐色，有细密管状孔洞，内生孢子器及担孢子；菌柄侧生或偏生，坚硬，亦有漆状光泽；担孢子褐色，卵形，约8～12×5～7微米。由于种类不一，颜色也不相同。灵芝菌盖红褐色；紫芝菌盖及菌柄均为黑色；薄盖灵芝菌盖为深紫褐色，边缘薄，几无菌柄。


灵芝

生产上多采用瓶栽或段木栽培子实体的方法，亦有采用发酵生产菌丝体的方法。瓶栽培养基以锯木屑3份、麦麸1份，加适量清水混匀，手握时指间有水渗出而不滴下为度。装瓶至距瓶口3～5厘米，捣至紧实，中央扎一小洞，塞上棉塞，包上防潮纸。常规灭菌，冷却后于无菌室内接入菌种，于26～28℃培养8天左右，菌丝可长满培养基表面，并向培养基内生长，待其表面出现指头大小白色突起物（子实体原基）时，拔掉棉塞，让其向瓶口处生长。此阶段温度控制在28℃左右，空气相对湿度90%左右，散射光照，通气良好。在适宜条件下，从接种到长出菌盖散放孢子约需40～60天。待菌盖边缘由白色变红褐色且不再生长时，即子实体成熟，宜及时采收，阴干或于50～60℃烤干。孢子采收可用纸制成袋状套在瓶口处将菌盖全部套上，以收集孢子。在湿度较高，通气不良时，常易感染青霉菌*Penicillum digitatum*，培养室内每天通风换气，即可预防；虫害以蕈蚊*Neoempherla* sp.为害较严重。

已分离出的化学成分有多糖（Polysaccharide）、甘露醇（Mannitol）、麦角甾醇（Ergosterol）、多肽（Polypeptide）、氨基酸（Amino acid）、甜菜碱（Betaine）、灵芝酸（Ganoderic acid）及从薄盖灵芝发酵物中分离出腺嘌呤（Adenine）、腺嘌呤核苷（Adenosine）、尿嘧啶（Uracil）、尿嘧啶核苷（Uridine）。味稍苦，性温。具有养心安神，保肝健胃，滋补强壮等功能。主治失眠、食欲不振、神经衰弱、冠心病、高血脂症、慢性肝炎、慢性气管炎、哮喘等。

（岳德超）

刘后利（1916～ ） 油菜遗传育种学家，湖北省汉阳县人，1916年1月6日生。1939年毕业于中央大学农学院，获学士学位。1944年赴美国留学，就读于伊利诺斯州立大学研究生院，1946年2月获硕士学位，1948年2月获博士学位。1948年10月回国后任武汉大学教授并代理农艺系系主任。1951年受中南人民政府贸易部委托筹办茶叶专修科任副主任。1955年起担任华中农学院农学系遗传学教研组组长并兼任农学系副主任、院学术委员会委员及农学系分会主任委员。1984年任华中农业大学作物遗传研究室主任。他还先后担任中国作物学会副理事长、中国遗传学会理事、国务院学位委员会第一任评议组成员、国家科委发明奖评审委员会特邀评审员、全国自然科学名词审定委员会委员。



刘后利在50年代开展了甘蓝型油菜早熟育种的研

究，提出用早、中熟甘蓝型油菜取代低产的**白菜型油菜**，使中国南方油菜产量大幅度提高。30多年来先后培育了华油3号、华油6号等一批油菜良种，在鄂、湘、赣、皖、苏、豫、陕等省试种推广。在国家第六个五年计划期间，承担了国家重点攻关任务，开展油菜**品质育种**研究，并育成一批低芥酸、低葡萄糖甙的新品系。1975年他发现甘蓝型黄籽油菜，经过十年研究，育成了世界上第一批高产、高含油量的甘蓝型黄粒品系。他对于油菜的起源和进化、品种间和种间杂交育种、黄籽品种选育、**早熟育种**、自交退化、品质性状的遗传规律等方面的研究，都作出了重要贡献。他执教近40年，是中国第一个获得农科博士学位研究生的导师。先后主编了《**中国油菜栽培**》、《油菜的遗传与育种》、《实用油菜栽培学》、《油菜育种》、《实用农业科学实验方法》等著作，发表科学论文50多篇。

（高永同）

刘应祥（1928～ ） 农民小麦专家，河南省偃师县人。1963—1966年于河南农学院农学系函授结业。从1952年开始，历任副乡长、岳滩公社副书记、社长、中共偃师县委副书记、洛阳地委常委、河南省农林局党组组长、河南省农委、农村发展研究中心、农村经济指导委员会副主任，河南省科协副主席，河南省农学会副理事长，农业部全国小麦专家顾问组组长。三次获得河南省农业特等劳动模范和两次获得全国农业劳动模范称号。



从50年代开始从事小麦栽培、选种和良种繁育工作。60年代，他根据长期生产实践经验，把小麦苗期长势形象的比喻为"三个耳朵"：弱苗称为马耳朵，壮苗称为驴耳朵，旺苗称为猪耳朵，以此观察小麦长势，采取不同的田间管理促控措施，有效地提高了小麦产量。70年代他主持研究的"小麦高产、稳产、低成本综合栽培技术和生产模式"科研成果，获全国科学大会奖，并获河南省重大成果一等奖和农业部技术改进一等奖；"河南小麦不同生态类型区划分及其技术规程"，1983年获河南省重大科技成果特等奖。在有关科技专家协助下，1971年编写了《小麦斗争的实践》；1975年编写了《小麦高产、稳产、低成本》；1981年在第二届小规模集约生产食物国际会议上，作了关于"河南省小麦高产、稳产、低成本栽培技术指标"的报告，受到大会的称赞。

（王廷玉）

留兰香（spearmint） 唇形科薄荷属中的栽培种，学名 *Mentha spicata* (L.) Hudson。多年生芳香性的草本植物，是世界十大精油植物之一。全株有令人愉快的芳香味，芳香油内的成分有190余种，以香芹酮（藏茴香酮）为主，其含量占总成分的50～65%；其次为柠檬烯，含量约占9～15%。芳香油主要作牙膏的添香剂，以及口香糖的配料，还用做糖果的加味剂和药物的矫味剂，用以配制药剂时有兴奋和驱风的作用。

原产于地中海地区，分布于40°N～48°N之间。在20世纪70年代，美国产量约占世界总产量的80%，主产地在爱达荷、印第安纳、密执安、华盛顿及威斯康辛等州。20世纪80年代中国栽培面积约有2 000公顷，年产芳香油200～300吨，主产地为江苏、安徽、江西、河南、浙江、上海等省（市）。上海市和江苏省南通市是留兰香油的主要加工地。

根茎丛生，地上茎直立，深绿或带紫色，高约0.5～1.0米，多分枝，无茸毛。叶对生，卵状矩圆形；叶面皱缩，叶背有腺点，叶缘有尖锐锯齿。7月至8月开花，轮伞花序，密集顶生成穗状，花小，白色或淡紫色。每花可结小坚果4个（见图）。染色体数2n＝48。


留 兰 香

栽培留兰香用根茎分种或嫩枝扦插繁殖。中国长江以南地区，在11月份分种根茎为适时；长江以北地区要适当早种。每年可收割两次，第一次在7月中下旬的初花期和盛花期，第二次在"霜降"前。植株不应堆积，以防发霉，待收割的茎叶呈半干状态时即可蒸馏。

（盛诚桂）

六倍体小黑麦 见小黑麦

龙舌兰杂种第11648号（agave hybrid NO-11648） 简称H. 11648或11648，龙舌兰科龙舌兰属中的种间杂交种，多年生草本植物。

是由坦噶尼喀剑麻试验站用了22年的时间（1931～1953年）杂交、筛选，培育而成。其亲本组合为：（*A. angustifolia* × *A. amaniensis*）× *A. amaniensis*。

11648易感斑马纹病，热带国家栽培较少。1977年东非坦桑尼亚和肯尼亚栽植面积约8 000公顷。

叶片刚直，密生，蓝绿色，边缘无刺，长约1米，宽约10厘米，叶面有蜡粉，纤维洁白，有光泽，较细。纤维细胞长1～5 毫米，宽15～26 微米，束纤维长约

120～150厘米；强力大，80～85千克/克·300毫米，比剑麻略低。体细胞染色体60个（基数30），为二倍体，可用作杂交亲本，其后代可育。

生命周期8～12年，单株长叶560～660片，年长叶50～70片，每公顷产干纤维2 000～3 000千克，纤维率约5%，皂素中含替柯吉宁较多（约70%），海柯吉宁较少（约30%），可制皮质激素和性激素等贵重药物。

最适生长气温为27～30℃，上限为40℃，下限为－3.5℃；最适年雨量为1 200～1 800毫米，上限2 500毫米，下限700毫米。对土壤要求不严，在玄武岩、石灰岩、花岗岩、紫色岩、砂质岩、沉积岩风化而成的壤土、砂壤土、砖红壤、红壤和海滩沉积土等土壤均能生长；在土层深厚、有机质含量高、质地疏松、透气性良好、保肥力强的壤土、砂壤土上生长更好；但在渗透性强、土层浅薄、冲刷严重的砂壤土或透气性差、排水不良的重粘土上生长不良。

（曾友梅）

龙生型花生 (dragon type of peanut)

荚果以多粒为主，曲棍状，似龙形的**花生**。栽培花生中的一个类型。荚果形状特异，有明显的果嘴，背腹隆起，有明显的龙骨和腹缝，荚壳网纹明显，凹痕深，个别品种纵向主脉明显，呈条纹状，荚壳薄。种子长圆柱形，有棱角并有凹痕，种皮为褐色或灰褐色，无光泽。典型的交替开花型2:2，但交替形式较多，3:2以至2:1、3:1等。分枝习性与普通型相类似，常出现第四次分枝。全部为蔓生性，侧枝基本上均平铺于地面上，侧枝细长，仅枝梢略向上翘起，主茎短，有的品种很不显著，主茎无花。茎枝上多有深浅不同的花青素，茎枝圆、无棱角，茎较充实，并有明显的茸毛。叶片倒卵圆形，叶片大小与叶片颜色品种间相差悬殊。通常以深绿色或浓绿色为主，有些品种的叶背具有浓密的茸毛，而呈现灰绿色。这个类型的品种由于叶片茸毛密而长，个别叶面具有蜡质，一般表现对叶部病害有一定的抗性，因而在自然状态下绿色面积的持续期较长。果针异常脆弱，成熟时自然折断，大多遗落于土壤中，这是与普通型蔓生花生的主要差异。种子休眠性强，个别品种的休眠期在100天以上，种子发芽对温度的要求较高15～18℃。**生育期**长150 天以上。抗旱、抗病、耐瘠性强。含油分低，蛋白质含量高，食用香气与风味好。是中国的珍贵资源材料。

（段通雄　孙大容）

垄作栽培 (ridge culture)

将土壤耕作层筑成土垄，并在垄上种植作物的栽培技术。起垄后地表面积比平作增加，接受日光直射的表面增大，白天垄上的土壤温度比平作高，夜间散热面积大，土壤温度低于平作，增大了日较差，有利光合产物的累积。垄台与垄沟的位差便于排水防涝。垄作地面的起伏增大了粗糙面，能降低风速，减少风蚀。同时将肥料集中施入垄体内，用肥经济。在作物基部培土，则有防止倒伏的作用。垄帮（垄台两侧）土壤疏松，不板结，**中耕除草**省力。

垄作栽培的主要**播种**方式：①耕翻起垄后播种。在播种前，先将原垄上地进行犁耕，重新筑起垄，在新垄上播种。这又分两种做法：一种是使用畜力犁时的传统做法。先把有机肥料施在原垄沟中，用三角形的犁铧将原垄台破开，把原垄台的土壤翻到原垄沟上，在原垄沟上面合成新垄台，使原垄台变成新垄沟。将种子播在新垄台上，再用犁铧顺新垄沟深耕一次，往垄上培土覆盖种子，然后加以镇压。筑起了新垄，同时也完成了播种。另一种是使用拖拉机牵引犁，先将有机肥料均匀扬开铺于地面，对土地进行深翻耕，将肥料及残茬翻于地下，用耙把土壤耙平耙碎，用犁重新起垄。然后在垄上播种。在易发生春旱的地区，为减少土壤水分的损失，这种翻耕起垄的作业多在秋季进行，秋季筑垄，翌年春季播种。多用于东北及华北地区，种植**玉米**、**大豆**、**甜菜**等。②原垄播种：主要在东北地区。不翻耕，播种前将原垄上的残茬除掉，在原垄台上开沟，沟深相当于播种深度，种子播入沟内，施入肥料，覆土后镇压。不耕翻原垄，有利保持土壤水分，便于出苗。适用于谷子（粟）、糜子（黍稷）、高粱等作物。③垄上扦插：多行之于华北。即先筑起大垄，按照一定穴距把甘薯蔓扦插在垄台上，或把薯块直接播种在垄台上。

垄作栽培的耕作及轮作方式。一般是对谷、糜茬实行翻耕，起垄播种大豆或玉米，第二年除掉残茬原垄播种**高粱**，第三年除掉残茬再在原垄播种谷子或**糜子**。如此轮流进行，翻耕则每三年轮流一次，每次翻耕时，施入基肥。减少了土壤翻耕的次数，有利于保持土壤结构和稳定肥力。中耕除草，一般是垄台和垄沟分别进行。

（郑本理　沈昌蒲）

芦苇 (common reed)

禾本科芦苇属植物，学名*Phragmites* L.，多年生草本纤维作物。别名苇子、泡芦，《名医别录》称芦、苇、葭。是造纸工业的尚好原料。造纸副产品有粘合剂、饲料酵母、糠醛、香精等。芦苇还能编织席、茓；根状茎可入药，有利尿解毒之功效。

芦苇多分布在北半球东部温带地区，以70°N为分布北界。欧洲多瑙河三角洲地区生长最多，产量也高。中国各省均有分布，以湖北、湖南、河北、山东、辽宁等省面积较多。芦苇有50多个变种，中国有卡开芦*Phragmites karka* L. 和普通芦苇*Phragmites communis* Trin.两个种、四个变种。卡开芦多分布在湖南以南沼泽地区；普通芦苇分布在湖南以北地区。中国于

19世纪下半叶开始栽培芦苇，20世纪50年代后发展面积较大。生产上主要使用的农家品种，河北白洋淀、山东博兴县等地的农家品种白皮子、黄秧子、藤苇等是编织苇席的优良材料。

芦苇根为须根，着生在根状茎节处。茎直立，高1～5米。叶片长15～40厘米，叶鞘圆筒形。圆锥花序，小穗4～7花，小花下方有柔毛（见图）。雌雄同花异花授粉。抽穗到开花颖片显紫色、褐紫色、淡绿色等。


芦 苇

芦苇的适应性很强，对气候、土壤要求不严。一般多生长在沼泽洼地里，也有漂浮在水面生长或生在干旱地带。耐盐力很强，灌溉水中全盐含量达0.5%时也能正常生长，达2.0%时开始死亡。苇田灌溉一般掌握春季浅灌，夏季深灌，秋季抽穗后排干的灌水原则。在水源不足的地区，可于汛期深灌水，冬季贮水，以供翌春芦苇生长的需要。常年积水的苇田，应深挖排水沟，适时排灌，以改善土壤条件。滨海老苇田土壤多缺氮、磷养分，结合早春灌溉每公顷撒施过磷酸钙300千克；苇高50厘米左右时，每公顷施尿素150～225千克。芦苇可有性繁殖或无性繁殖。有性繁殖用苇籽直播，当年育苗，翌年移栽；无性繁殖是采用栽植根状茎或压青苇子进行繁殖。

苇田杂草主要有达氏香蒲 *Typha davidiana* Hand. Mazz.、粗脉苔草 *Carex rugulosa* Kük. 和拂子茅 *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth。达氏香蒲可用2,4-D丁酯防除，粗脉苔草用二甲四氯加敌稗防除，拂子茅用10%草甘膦防治。主要害虫有芦苇粉大尾蚜 *Hylopte rusamygdali*、粘虫和芦毒蛾 *Laelia coenosa* Candida。芦苇粉大尾蚜用40%乐果乳剂防治，粘虫、芦毒蛾可用90%晶体敌百虫叶面喷施防治。

（李有竹）

卢守耕（1896～1988） 字亦秋。农业教育家，作物育种学家。浙江余姚人。1920年毕业于北京农业专门学校农学科，先后任教于浙江省甲种农业学校、浙江省农业专门学校及浙江大学农学院。1930年在美国康奈尔大学农学院研究班攻读，1933年获哲学博士学位，回浙江大学任教授。次年筹建**中央农业实验所**，任技正。1936年回浙江大学农学院任院长兼农艺系主任。1945年任台湾省糖业试验所所长。1954年任台湾大学农学院教授，至1973年退休。



卢守耕专长于**作物育种学**，为浙江大学农学院及前中央农业实验所奠定了**水稻育种**基础材料。除在浙江大学农学院及台湾大学农学院长期担任稻作学及作物育种学课程外，还先后在云南大学农学院及台湾省各农科大学承担讲座，在台湾糖业试验所主持开展**甘蔗**改良研究。著有教材《稻作学》、《现代作物育种学》，翻译了Hayes等著的《作物育种学》一书，与Briggs等合著《作物育种学导论》。发表了"台湾糖业及其研究"、"台湾省糖业试验所之试验工作"论文。此外还发表过**水稻**研究论文多篇。

（朱学曾）

陆稻（upland rice） 性耐旱，适于旱地种植的栽培稻，又称旱稻。是**水稻**的变异型。全世界大约有1/6 的稻田种植陆稻，分布在亚洲、非洲和拉丁美洲，但产量很低。其中亚洲的印度、印度尼西亚、孟加拉国、菲律宾、尼泊尔、斯里兰卡、泰国、越南和中国均有种植。中国的陆稻主要分布于云南、贵州和海南省一带以及山东、河北、辽宁、吉林、黑龙江等省。非洲75%的稻田种植陆稻，主要分布于西非的塞拉里昂、几内亚、尼日利亚、科特迪瓦和利比亚等国。拉丁美洲也有75%的稻田种植陆稻，主要分布于巴西、哥伦比亚、圭亚那、墨西哥、巴拿马、厄瓜多尔、秘鲁和委内瑞拉等国。

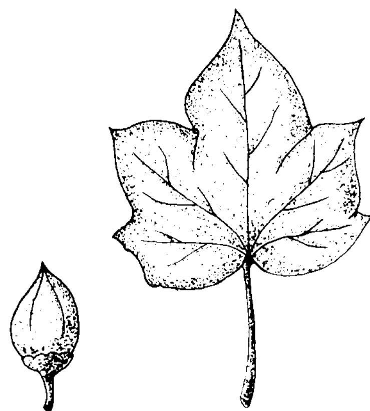
陆稻和水稻在形态、生理上有不少差别，但一般在缺水状况下才表现明显。陆稻种子发芽时需氧较多，吸水力较强，而需水量较少，在15℃的温度下发芽较水稻快。芽鞘较短，中茎较长，第一、二完全叶较大，对氯酸钾的抗毒性较强。陆稻由不完全叶的腋芽发育成蘖的较多，而水稻较少。陆稻第四节以下的低位分蘖，比水稻生长势强，而第4节以上的高位分蘖，则比水稻生长势弱。陆稻的粗根比例较大，根系发达，分布较深。主根上产生均匀的细根，根冠比较高，抗旱性强。在水田种植的陆稻和水稻，其根系的差异并不明显。陆稻的叶面积大，叶片生长缓慢，叶的中筋较厚，维管束和导管的面积较大，表皮较厚，气孔数较少，厚壁细胞较小，这些特性都与耐旱性较强有关。绝大部分陆稻品种的叶色淡绿，叶片长而下垂。在老挝、菲律宾、泰国和中国云南山区的陆稻有些是光叶的。农家品种通常为高秆，在水肥条件稍好时即生长迅速，易造成郁闭，并因茎秆较软而易倒伏减产。陆稻的分蘖力弱或中等，出穗性能良好，穗轴较长。陆稻中既有

籼型也有粳型。中国云南、广东等省的陆稻大多为粳型，少数为籼型，而且多半为红米。华北、东北的陆稻为粳型，谷粒较大。陆稻米粒也有粘糯之分。

（申宗坦）

陆地棉（upland cotton） 四倍体栽培棉种之一，学名*Gossypium hirsutum* L.。染色体数2n=4x=52。原产于中美洲墨西哥南部的高地及加勒比海诸岛，亦称高原棉。自欧洲人移居美国后，大量种植陆地棉，在栽培过程中逐步形成了多种类型的栽培品种，适于在广大的亚热带、温带地区种植，是世界上分布最广泛的棉种。

陆地棉种中有7个半野生种系（race），即马丽加朗特棉(Marie-Galante)、鲍莫尔氏棉(Paimerii)、莫利尔氏棉（Morrilli）、尖斑棉(punctatum)、尤卡坦棉(Yucatanense)、李奇蒙德氏棉（Richmondii)和阔叶棉(latifolium)。在墨西哥南部、尤卡坦半岛以及巴拿马峡谷地带，这些半野生种系都有发现。各种系都有一些具抵抗病虫及抵抗不良环境能力的变异类型，为棉花育种提供了丰富的种质资源。世界各地种植的陆地棉都是由半野生种系的阔叶棉驯化而来的。



陆地棉的叶、铃形态特征

陆地棉栽培品种，均为典型的一年生亚灌木，植株高大、健壮（株高100厘米左右），叶片宽大（见图），生育期120～220天。主要性状见下表。

四个栽培棉种的主要性状

主要性状	四倍体种		二倍体种	
	陆地棉	海岛棉	亚洲棉	草棉
叶	较大，3～5裂，裂刻长度不及叶片长度的1/2	大，3～5裂，裂刻长度超过叶片长度的1/2	小，5～7裂，裂刻长度超过叶片长度的1/2	小，3～7裂，裂刻长度不及叶片长度的1/2
苞叶外蜜腺	有	有	无	无
花冠	较大，乳白色，通常无红心	大，深黄色，有红心	小，一般黄色，也有白色或红色，有红心或无红心	小，黄色，有红心
铃	大，卵圆形，4～5室居多，铃面腺体少，较光滑	中等，长卵圆形，3室居多，铃面腺体多，粗糙	较小，圆锥形，3室居多，铃面腺体多，粗糙	小，近圆形，3～4室，铃面腺体少，较光滑
种子	中等大小，一般为毛籽	较大，多为光籽或端毛籽	小，毛籽或光籽	小，毛籽
纤维长度(mm)	21～33	33～45	15～25	17～23
纤维细度(m/g)	4 500～7 000	6 500～9 000	2 500～4 000	3 000～4 500
纤维直径(μm)	13.5～19	12～14.5	20～24	19～22
单纤维强力(g)	3.5～4.5	4.5～6.0	4.5～7.0	4.0～6.0

陆地棉的棉铃较大，单铃子棉重5克左右；衣分37%以上，皮棉产量高，纤维较细长，适合棉纺工业的需要。

（汪若海）

绿豆（mung bean） 豆科豇豆属栽培种，学名*Vigna radiata* (L.) Wilczek，一年生草本植物。古名菉豆、植豆。具有粮食、蔬菜、绿肥和医药等用途。

起源和栽培史 绿豆起源于亚洲东南部地区。1898年一位德国学者认为绿豆起源于中国广州。以后中国学者相继在云南、广西等省（自治区）发现野生绿豆*Phaseolus yunnanensis* Wang et Tang，并有不同变异类型。也有学者认为起源于印度及尼罗河流域。1935年Н. И. 瓦维洛夫认为绿豆起源于“印度起源中心”和“中亚起源中心”。

绿豆在中国栽培历史悠久。公元6世纪贾思勰《齐民要术》已有记载。绿豆是由印度传入印度支那、爪哇等地，以后从马达加斯加传入非洲大陆，16世纪传入欧洲，由此传到美洲。1835年美国才开始种植，日本约于17世纪之前从中国引入。

早期的分类学家将绿豆归为菜豆属 *Phaseolus radiatus* L.。20世纪50年代后，认为起源于东半球的绿豆及小豆和饭豆等豆类，其亲缘关系更接近于豇豆属。因此将绿豆归入豇豆属，种以下尚无明确的分类，染色体数2n＝22。

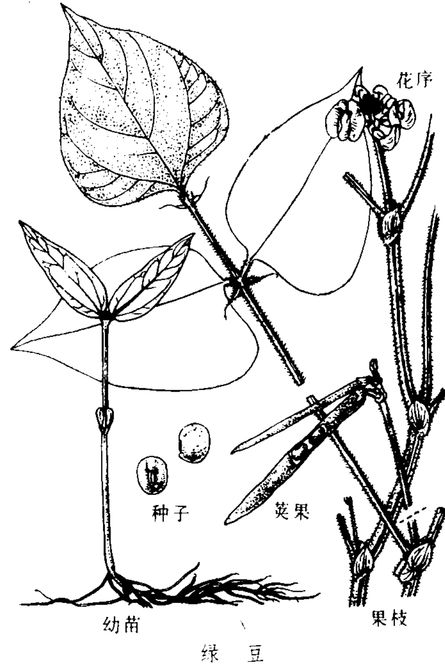
生产与分布　全世界热带、亚热带及温带各地都有绿豆分布。亚洲栽培最多，主要分布在印度、中国、泰国、印度尼西亚、巴基斯坦及其它南亚和东南亚国家。欧洲、非洲及美洲也有少量种植。在南亚和东南亚绿豆生产约占豆类生产的12%。其中印度面积最大，占世界绿豆面积的75%左右，为270多万公顷，总产110多万吨；泰国绿豆面积约3.48万公顷，总产20多万吨，其中60%出口。

中国各地都有绿豆栽培，主要产区集中在黄河和淮河流域的平原地区，以河南、山东、河北、安徽、陕西等省为最多。其次为湖北、山西、四川等省。中国是世界上绿豆栽培面积较大的国家，1956年栽培面积超过166万公顷。栽培绿豆较多的河南省1986年约有17万公顷，平均每公顷产量为900千克，最高产量达每公顷3 700千克。

种质资源　不少国家和国际农业研究中心都重视对绿豆的研究，征集了大量种质资源。设在中国台湾省的亚洲蔬菜研究与发展中心（AVRDC），已征集绿豆种质资源5 000多份，印度保存约1 000份，美国密苏里大学保存有2 100份，菲律宾保存有2 500份。全世界的栽培品种在2 000个以上，比较好的品种有亚洲蔬菜研究与发展中心的VC1973A、VC2778A，印度的Varsha H70－16、菲律宾的PHLV18等。

特征特性　绿豆根系分为两类：深根系，主根比较发达，入土较深；浅根系，主根不发达，侧根细长，向水平方向伸展。植株被细茸毛。有直立、半蔓生和蔓生三种类型。幼茎绿色或紫色。子叶出土；初生叶为宽披针形，无叶柄；真叶为三出复叶，互生，小叶卵圆形或心脏形，全缘，少数品种的叶三裂。总状花序，腋生。花梗顶部簇生对生小花，花黄色或黄带绿色，多在开放前自花授粉，每花梗只有3～4朵花结实。荚果细长圆筒形，极少数品种为扁圆筒形，成熟荚黑色、褐色或褐黄色，外披短毛，每荚含种子4～15粒，绿色，也有黄、褐、黑、青蓝等色。种皮分有光泽（明绿）与无光泽（毛绿）。百粒重2～8克。

短日性作物。但多数栽培品种对光周期反应不敏感。喜欢较温暖湿润的气候。种子在8～10℃时开始发芽，生育期间要求较高的气温，最适宜的生长温度为25～30℃，开花期温度高于30℃或低于20℃均易引起落花落荚。结荚期和成熟期要求晴朗干燥天气，早熟品种有效积温为1 600～1 800℃；中熟品种为1 800～2 000℃，晚熟品种为2 300～2 400℃。绿豆可耐40℃高温，对霜冻敏感。较耐旱，怕涝，土壤过湿易徒长倒伏。开花结荚期遇连续阴雨天气也易落花落荚。耐瘠性强，对土壤要求不严，以石灰性冲积土与壤土为宜，有些品种在砂壤土、河滩、荒地上生长良好。田间持水量为50%，疏松通气，肥力适中的土壤最适宜于根瘤菌结瘤固氮。绿豆可以受内生菌根真菌的侵染，内生菌根（VA菌根）可提高绿豆对土壤中可溶性磷的吸收，能有效地利用骨粉、磷矿粉等难溶性磷酸盐类，显著提高根瘤菌的固氮能力，增加植株干重。



绿　豆

栽培技术　绿豆除单种以外，常和玉米、高粱、谷子、棉花、甘蔗、甘薯等间作或套种，也种于果树、林木苗圃的行间和田埂隙地；作为夏播填闲作物，单播时常与小麦轮作或利用早稻和中稻的秋闲田或晚稻的秧田种植，还作为灾荒时的补种作物。

绿豆适播期较长。中国北方，4月下旬至小麦收获前后均可播种；在南方，3月下旬至7月底随时可播。多为条播，也有点播或撒播，单种时每公顷播种量30千克左右，间作和套种时可适当减少。撒播或作绿肥的播种量可达75千克左右。条播行距30～45厘米，播深4～5厘米。绿豆常有约10%的硬实，不易发芽，播种时可适当增加播种量，也可用机械摩擦处理，轻微磨破种皮再行播种。

在1～2叶时进行间苗和定苗，每公顷留苗15万～25万株，从出苗到开花封垄前应进行中耕除苗，有利保墒和促进根系发育及根瘤生长；开花期应注意灌排水，以施基肥为主，苗期施少量速效氮肥，促使幼苗健壮和根瘤生长，生育后期追施适量的磷、钾肥，以提高结荚率，增加籽粒饱满度。绿豆荚成熟期不一致，需

多次采收，大面积种植绿豆要在70%以上的荚成熟时即**收获**。收获的绿豆应及时晒干并用药物处理后入库，以防豆象为害。

常见的病害有绿豆叶斑病 *Cercospora* spp.、根腐病 *Rhizoctonia solani*; *Mycosphaerella phaseoli*，还有白粉病 *Erysiphe polygoni* 和病毒病等；主要虫害有蚜虫、豆荚螟 *Etiella zinckenella*、绿豆象 *Callosobruchus chinensis*。

营养成分及用途　绿豆营养丰富，籽粒含蛋白质20～24%，脂肪0.5～1.5%，碳水化合物55～65%及各种矿物质和维生素。蛋白质中含有人体必需的各种氨基酸。绿豆是防暑的饮料，可制成多种糕点、粉丝、粉皮，酿制绿豆大曲和烧酒。绿豆芽富含维生素，是优良蔬菜。子实及花、叶、种皮、豆芽均可入药，有清热解毒、消水明目，治疗烫伤和创伤的功效。绿豆在花期或花荚期可翻压作绿肥。　（林黎奋）

绿肥播种 (sowing green manure crops)　按照**绿肥作物**品种的特性确定正确的播种期和播种量，同时做好种子和土地的准备，满足种子发芽和出苗对于水、肥、气、热等条件的需要，达到出苗快而整齐。

种子准备　**播种**前要清选种子，除去杂质，使种子的净度达到98%以上，处理硬籽（见**硬籽**），用一定的药液浸种，杀灭所携带的病原菌，或用重液选种淘去菌核、虫卵等。然后按不同品种适宜的温度进行发芽试验，掌握发芽率。据此按要求的苗数调整播种量；临播前豆科绿肥要选用能共生而固氮力强的菌剂进行接种，在初垦的荒地上接种尤为必要。

适期播种　早播可以延长绿肥的营养生长期而提高产量。播种期要根据种子发芽对温度的要求而定。田菁要在地温达到15℃以上，紫云英要在夜间气温已降至20℃左右时，才可播种。播种期的确定还要有利于能避免旱、涝等灾害。长江流域秋播冬绿肥的适期为9月中旬至10月上旬。过早易遭受暴雨损害；过迟易受秋旱影响出苗，而且越冬期生长过大或过小的苗都易遭受冻害。为了早播，则常用套种的方法，在水稻灌浆初期，趁田面软而不烂时，上浅水后撒播紫云英，两天后使水层落干，就易获取全苗。在棉田播种苕子或箭筈豌豆，在麦田早春顶凌播种草木樨，也常用套播法以取得早苗全苗。

播种方法　豆科绿肥种子萌发要吸收为其自重一倍以上的水分，所以要采用保墒、抢墒、灌水抗旱等措施。在雨量稀少又缺少灌溉条件的地区，秋播的要在夏季耕耙以积蓄水分；春播的则在秋收后耕耙以积蓄雨雪；麦田套种或麦后复种夏绿肥的，往往采取等雨抢种的方法。在北方一年两熟的茬地播种要求有良好的整地质量，以保持水分。播种时要做到落种均匀而深浅一致。一般小粒种播种深约2厘米，大粒种深3～5厘米。播后要适当镇压，以利种子吸水出苗。在盐碱土上，常采用深沟浅盖或等雨抢种的方法以躲盐避害；在酸性红壤或粘重的土壤上，常采用穴播或育苗移栽的方法，播前可施用石灰以避酸害。同时，各种瘦瘠土更适宜采用豆科、禾本科或十字花科绿肥相混播的方法，利用不同绿肥的抗逆性与出苗条件不同，比单播的容易取得全苗而且以后生长也较快，有利于高产。　（顾荣申）

绿肥翻压 (ploughing down green manure)　将新鲜栽培植物体翻埋到土里作肥料的一种田间作业。也叫掩青、压青。

绿肥翻压要做到适时。翻压过早，产量低，养分释放后，作物不能及时吸收利用；翻压过晚，会影响下茬作物的**播种**和生长。适时翻压，要因土壤、气候、作物及翻压量不同而异。北方旱作农田，有**灌溉**条件的地块，要在后茬作物播前10～15天翻压，以便有足够的时间进行整地，保证后作的适时播种；如无灌溉条件，则应适当提前，即在后作播前一个月左右翻压，以利蓄水保墒，避免因土壤水分不足，影响后作的播种和出苗，甚至造成死苗等不良后果。水稻田，处于淹水状况，翻压绿肥后，在其腐解初期，往往会产生一些有机酸和还原性物质，当稻根周围积累到一定浓度时，会使**水稻**烂根或僵苗不发。因此，稻田翻压绿肥，以在水稻插秧前15～20天为宜。

要有适当翻压量，才能充分发挥绿肥的经济效益。一般以每公顷压鲜草15～30吨较好。翻压量低于15吨/公顷，增产效果低。而且加入少量新鲜有机物，会促使土壤中原有的有机质加速矿化，不利于土壤有机质的积累。当翻压量超过45吨/公顷，不仅翻压有困难，而且也会因鲜草层较厚，翻压不匀，会影响后茬作物的播种和出苗。所以绿肥鲜草产量高的地块，应割出一部分异地施用，也可堆沤肥料或作饲草。

绿肥的翻压要压严压匀，才能有利绿肥养分释放和后作物的生长。埋压深度，机耕应达20厘米以上，畜力耕翻深度不能低于15厘米。绿肥种类不同，翻压方法也应有所不同。直立型的田菁、柽麻等，宜用拖拉机直接翻，如用畜力耕翻，则应先割下铡碎，顺犁沟施入。茎蔓长的毛叶苕子、金花菜等，因茎蔓互相缠绕，直接翻压有一定困难，可先用圆盘耙切碎或割下，晒至半蔫后再翻压。**套种**的绿肥，作基肥用时，可在主作物**收获**后，连同秸秆一起铡碎，均匀施入地表后耕翻。作追肥用时，先开好施肥沟，将绿肥晒至半蔫后施于沟内，或直接用掩青机翻耕，掩埋在土中。在旱作地上翻压绿肥，当土壤墒情不足时，应及时灌水。墒情不好或无灌水条件的，则应在后作播种后进行镇压，以免根系架空，造成死苗。

（陈礼智）

绿肥腐解 (decomposition of green manure) 翻压到土壤中的绿肥有机物被逐渐分解，一部分成为可被植物吸收利用的营养物质，一部分重新组合，形成腐殖质。前者叫矿质化，后者叫腐殖质化，这两个过程是同时进行的。绿肥只有通过腐解过程，才能发挥肥效作用。

有机物的矿化过程，是有机物质在微生物作用下，大量有机碳被消耗，产生了CO_2。同时，部分N素被微生物吸收，成为微生物机体而被固定。当有机物中碳氮比值达到10左右时，有机物中的N素化合物（蛋白质等）才开始矿化，即氨化作用。蛋白质的氨化作用就是蛋白质在蛋白酶的催化作用下，分解成为两个或几个氨基酸组成的粗蛋白，以后又分解为单个氨基酸。再由氨基酸分解为铵和其它化合物。在通气条件下，铵又通过硝化作用，形成硝酸盐，供植物吸收利用。

当施用含氮量低于1.3%的有机物干物质时，因为碳氮比值大，在其腐解矿化初期，土壤中无机氮化合物会被固定，变成为有机氮化合物，使土壤中无机氮含量下降，供氮能力降低，影响作物的正常生长；当施用含氮量超过1.8%有机物干物质时，虽在最初阶段土壤中无机物有被微生物固定的可能，但在腐解过程中又能很快释放出来豆科绿肥是含氮量较高的有机物，碳氮比值小，腐解矿化速度快，翻压后7～10天就能为后作物提供养分；30～40天后，就有一半以上的有机物矿化，所以绿肥是有机物肥料中一种较速效的肥料。

在正常温度范围内，有机肥矿化速度随温度升高而加快。当土壤水分在田间最大持水量的60～80%、平均温度为30℃时，有机物的矿化是最快的。通气条件好的旱地，矿化很剧烈，而在淹水条件下，由于处于嫌气状况，有机物的矿化则较缓慢。砂质土壤矿化速度快于粘质土；无灌溉条件的旱地，绿肥矿化速度明显慢于墒情条件好的水浇地。耕翻次数越多，矿化也就越强烈。

绿肥成分中碳氮比值大，难分解的木质素含量高，其矿化速度慢，残留在土壤中的有机物质就多，形成土壤腐殖质的量也就大。紫云英、苕子等绿肥，茎叶鲜嫩，碳氮比值低，木质素含量也较低，因此氮的释放量较多，而碳的残留量则很少，它为后作物提供养分的能力是比较强的，但对提高土壤有机质含量的作用较差；红萍、柽麻等绿肥，其碳氮比值虽不很大，但木质素含量相对较高，氮的释放量和速度都较低，而碳的残留量则较高，对改良土壤物理性状的效果就比较好。　　（陈礼智）

绿肥作物 (green manure crops) 以新鲜植物体就地翻压或沤、堆制肥为主要用途的栽培植物总称。绿肥作物多属豆科，在轮作中占有重要地位，多数可兼做饲草。

历史　中国利用绿肥作物的历史大致可分为四个时期。①公元前200年以前，为锄草肥田时期，如《诗经·周颂》有"其镈斯赵，以薅荼蓼，荼蓼朽止，黍稷茂止"的记载；②公元2世纪末以前为养草肥田时期，《齐民要术》中辑收的西汉《氾胜之书》中有"须草生，至可耕时，有雨即耕，土相亲，苗独生，草秽烂，皆成良田"的记载；③公元3世纪初为绿肥作物开始栽培的时期。西晋郭义恭写的《广志》一书中记有"苕，草色青黄，紫华，十二月稻下种之，蔓延殷盛，可以美田，叶可食"，说明当时已经广泛种植苕子作稻田冬绿肥；④公元5世纪以后为绿肥作物广泛栽培时期，栽培较多的有绿豆、小豆、芝麻、苕子等作物。贾思勰的《齐民要术》记载有"凡美田之法，菉豆为上，小豆、胡麻次之"的经验，指出绿肥作物施用肥田效果是"其美与蚕矢、熟粪同"。到了唐、宋、元时代，绿肥的使用技术广泛传播，绿肥作物的种类和面积都有较大的发展，芜菁、**蚕豆**、麦类、**紫花苜蓿**、**紫云英**等，都作为绿肥作物栽培。明、清时代**金花菜**、**油菜**、**香豆子**、**肥田萝卜**、**泥豆**、**大麦**、**小麦**、**饭豆**、**满江红**等也都相继列为绿肥作物。20世纪40年代前后又从国外引进**毛叶苕子**、**箭筈豌豆**、**草木樨**、**紫穗槐**等多种绿肥作物。50年代中国绿肥作物的种植面积达130多万公顷，主要分布在浙江、江西、江苏、安徽、湖南、湖北、广东、四川等省。到1978年，栽培绿肥作物的总面积达到1 200万公顷，种植区域遍及全国。

绿肥作物在其它国家也有栽培，如罗马帝国时代就利用绿色植物体压到土壤中去作肥料。在无机肥料大量推广的20世纪初叶，世界上农业发达的国家都是把厩肥和绿肥作为增加土壤养分的主要来源。但随着工业的发展，一些工业发达的国家以无机肥料取代了有机肥，致使绿肥作物面积大幅度下降。80年代以来，由于世界性的能源危机和环境污染等原因，豆科作物和生物固氮资源的利用又重新引起重视。而且绿肥作物的种植形式和利用方式也有所改变，一般除作改良土壤以外，很少以新鲜植物体直接翻压到土中。多数作为饲草，以畜粪和绿肥作物的根茬肥田，或作为覆盖作物栽培以保持水土和保护环境。

类型　类型的划分有以下几种：①按栽培季节划分为冬季绿肥作物（秋和初冬播种，翌春和夏初利用）；夏季绿肥作物（春播或夏播，秋前利用）；春季绿肥作物（早春播种，夏初前利用）；秋季绿肥作物（夏末和早秋播种，冬前利用）；多年生绿肥作物（一次播种可以分期刈割利用）。②按生长环境可划分为旱地绿肥作物、水生绿肥作物。③按植物学分类可划分为豆科绿肥作物、禾本科绿肥作物、十字花科绿肥作物等。④按用途可划分为绿肥作物和兼用绿肥作物两种。绿肥作物又根据所施用的对象，分稻田绿肥作物、棉田绿

肥作物、麦田绿肥作物，果、茶、桑园和经济林木绿肥作物等；兼用绿肥作物根据其所兼的用途，又分为覆盖绿肥作物、防风固沙绿肥作物、净化环境绿肥作物，以及肥、饲兼用和肥、粮兼用绿肥作物等等。

资源　中国地跨寒温带至赤道带，各类植物繁多，可作绿肥作物的植物资源也极为丰富，栽培的绿肥作物共有10科、45属、80多种（见表1）。

表1　中国绿肥作物资源一览表

科　属	作物名称	学　名
豆科 合萌属	合萌	*Aeschynomene indica* L.
链荚豆属	链荚豆	*Alysicarpus vaginalis* (L.) DC.
紫穗槐属	紫穗槐	*Amorpha fruticosa* L.
黄芪属	鹰嘴紫云英	*Astragalus cicer* L.
	达呼里黄芪	*A. dahuricus* (Pall L.) DC.
	沙打旺	*A. huangheensis* Fu. et Y.H. Liu. sp.
	草木樨黄芪	*A. melilotoides* Pall.
	紫云英	*A. sinicus* L.
木豆属	木豆	*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.
毛蔓豆属	毛蔓豆	*Calopogonium mucunoides* Dasv.
锦鸡儿属	柠条	*Caragana korshinskii* Kom.
决明属	望江南	*Cassia occidentalis* L.
	决明	*C. tora* L.
蝴蝶豆属	蝴蝶豆	*Centrosema pubescens* Benth.
小冠花属	多变小冠花	*Coronilla varia* L.
野百合属	怪麻	*Crotalaria juncea* L.
	大叶猪屎豆	*C. assumica* Benth.
大豆属	林食豆	*Glycine gracilis* Skvor. var.
	泥豆	*G. gracilis* Skvor. var. *uulgalis*
岩黄芪属	蒙古岩黄芪	*Hedysarum fruticosum* Pall. var. *mongolicum* Turcz.
木蓝属	铺地木蓝	*Indigofera endecaphylla* Jacq.
山黧豆属	扁荚山黧豆	*Lathyrus cicera* L.
	山黧豆	*L. pratensis* L.
	普通山黧豆	*L. sativus* L.
兵豆属	兵豆	*Lens culinaris* Medic.
胡枝子属	二色胡枝子	*Lespedeza bicolor* Turcz.
	阔叶胡枝子	*L. cyrtobotrya* Miq.
	多花胡枝子	*L. floribunda* Bunge.
	美丽胡枝子	*L. formosa* Koehne.
银合欢属	新银合欢	*Loucaena glauca* var. Sol.
百脉根属	百脉根	*Lotus corniculatus* L.
羽扇豆属	羽扇豆	*Lupinus* spp.
翼豆属	大翼豆	*Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb.
苜蓿属	黄花苜蓿	*Medicago falcata* L.
	金花菜	*M. hispida* Gaerth.
	天蓝苜蓿	*M. lupulina* L.
	圆苜蓿	*M. orbicularis* (L.) Bartal.
	紫花苜蓿	*M. sativa* L.
草木樨属	白花草木樨	*Melilotus albus* Desr.
	细齿草木樨	*M. dentatus* (W.K.) Pers.
	印度草木樨	*M. indicus* All.
	黄花草木樨	*M. officinalis* (L.) Desr.
	香草木樨	*M. suaveolens* Ledeb.
驴喜豆属	红豆草	*Onobrychis viciaefolia* Scop.
豌豆属	豌豆	*Pisum arvense* L.
菜豆属	饭豆	*Phaseolus calcalatus* Roxb.
葛藤属	葛藤	*Puorarid* spp.
田菁属	多刺田菁	*Sesbania aculeata* Pers.
	埃及田菁	*S. aegyptiaca* Pers.
	普通田菁	*S. cannabina* (Retz.) Pers.
	大花田菁	*S. grandiflora* Pers.
	沼生田菁	*S. paludosa* Prain.
黎豆属	龙爪黎豆	*Stizolobium cochinchinensis* Lour.
柱花草属	柱花草	*Stylosanths gracilis* H.B.K.
灰叶豆属	山毛豆	*Tephrosia candida* DC.
三叶草属	杂三叶	*Trifolium hybridum* L.
	绛三叶	*T. incarnatum* L.
	红三叶	*T. pratense* L.
	白三叶	*T. repens* L.
	草莓三叶	*T. fragiferum* L.
	埃及三叶	*T. alexandrinum* L.
胡芦巴属	香豆子	*Trigonella foenumgraecum* L.
巢菜属	蓝花苕子	*Vicia cracca* L.
	蚕豆	*V. faba* L.
	箭筈豌豆	*V. sativa* L.

（续表）

科　属	作物名称	学　名
	毛叶苕子	*V. villosa* Roth
	光叶苕子	*V. villosa* Roth var. *glabresens* Koch.
豇豆属	乌豇豆	*Vigna cylindrica* (L.) Skeels.
	绿豆	*V. radiatus* L.
	印度豇豆	*V. sinensis* (L.) Savi ex Hasck.
禾本科 大麦属	大麦	*Hordeum vulgare* L.
黑麦草属	多花黑麦草	*Lolium multiflorum* Lam.
	多年生黑麦草	*L. perenne* L.
菊科 向日葵属	小葵子	*Guizotia abyssinica* Cass.
肿柄菊属	肿柄菊	*Rudbeekia lanccdata* L.
十字花科 芸薹属	油菜	*Brassica chinensis* L.
萝卜属	肥田萝卜	*Raphanus sativus* L.
胡麻科 芝麻属	芝麻	*Sesamum orientale* L.
大麻科 大麻属	大麻	*Cannabis sativa* L.
满江红科 满江红属	卡洲满江红	*Azolla carolianins* Willa.
	细叶满江红	*A. filiculoidis* Lamk.
	满江红	*A. imbricata* (Roxb) Nakai.
苋科 虾钳菜属	水花生	*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.
雨久花科 凤眼莲属	水葫芦	*Eichhornia crassipes* (Mart.)
天南星科 大藻属	水浮莲	*Pistia stratiotes* L.

作用　绿肥作物一般对土壤、气候条件要求不严比粮、棉、油作物适应性广，可以利用轮作中剩余的空间和生长时间，生产效率亦高。就单位面积产量中所含粗蛋白质的数量来讲，比种粮食作物高4～6倍

提高土壤的养分　绿肥体内含有各种作物所需要的多种肥分，如氮、磷、钾、锌、锰、硼、铜等，作肥料施入田内分解快，供肥及时，肥劲稳定而持久。一般豆科绿肥作物的鲜草含N量为0.3～0.7%，P_2O_5为0.06～0.28%，K_2O为0.23～0.8%；水生绿肥如满江红、水葫芦等的鲜体含N量为0.09～0.29%，P_2O_5为0.02～0.10%，K_2O为0.12～0.51%；十字花科绿肥作物的鲜草含N量0.27～0.42%，P_2O_5为0.06～0.11%，K_2O为0.35%左右。中国常用的绿肥作物养分含量见表2。豆科绿肥的氮含量均比一般厩肥高0.5～1倍，比其它作物秸秆高2～3倍。一般含磷、钾量则低于厩肥

改良土壤　把绿肥作物翻压到土壤里，具有提高

表 2　常用绿肥作物鲜草养分含量(%)

种　类	H_2O	N	P_2O_5	K_2O
紫云英	87.80	0.36	0.11	0.30
二年生白花草木樨	74.80	0.54	0.12	0.34
二年生黄花草木樨	75.90	0.54	0.12	0.42
一年生白花草木樨	67.10	0.76	0.28	0.58
毛叶苕子	83.20	0.56	0.12	0.46
蓝花苕子	86.60	0.53	0.12	0.30
箭筈豌豆	69.70	0.64	0.10	0.59
田菁	80.00	0.52	0.06	0.15
柽麻	79.64	0.32	0.12	0.31
金花菜	85.60	0.50	0.13	0.35
紫花苜蓿	78.00	0.51	0.19	0.37
沙打旺	74.50	0.49	0.16	0.20
紫穗槐茎叶	70.45	0.78	0.12	0.41
蚕豆	80.00	0.55	0.12	0.45
豌豆	81.50	0.53	0.11	0.25
乌豇豆	83.00	0.46	0.13	0.31
红三叶草	75.00	0.64	0.07	0.54
山黧豆	80.00	0.44	0.22	0.34
绿豆	81.30	0.54	0.12	0.68
秣食豆	74.30	0.58	0.08	0.73
山毛豆		0.71	0.09	0.48
香豆子	85.20	0.47	0.17	0.89
铺地木蓝	83.40	0.54	0.11	0.74
小冠花	79.00	0.38	0.10	0.62
葛藤		0.50	0.12	0.87
满江红	94.00	0.20	0.02	0.12
水浮莲	94.80	0.09	0.10	0.35
水花生	90.09	0.15	0.09	0.57
水葫芦	95.00	0.07	0.04	0.39
肥田萝卜	90.80	0.27	0.06	0.34
油菜	84.40	0.42	0.11	0.36
多花黑麦草	72.70	0.25	0.08	0.52

土壤有机质的数量，更新土壤中腐殖质和减少氮素的淋失等作用。据中国全国绿肥试验网联合定位试验资料，绿肥作物翻压后一般平均每年每公顷压7 500千克绿肥鲜草，土壤有机质绝对数量可以增加0.002～0.04%，增长率在0.30～3.43%。翻压过嫩的豆科绿肥作物，其碳氮比窄，矿化快或土壤中原来有机质含量高时，则土壤中有机质含量增加不明显，甚至有暂时下降的趋势。绿肥作物在土壤中，腐解过程所合成的腐殖质等有机胶体，与土壤中粘土矿物复合成有机无机胶体，使土壤形成良好的土体结构，因此能改善土壤理化性状：水稳性团聚体和孔隙度增加，容重下降，提高土壤保水保肥性能，增加土壤的缓冲性，加速盐碱地的脱盐，降低红壤中活性铝和游离铁的危害等等。豆科绿肥作物与固氮根瘤菌、满江红与固氮蓝藻共生的固氮作用，在氮素平衡中，具有重要意义。一般每500千克豆科绿肥鲜草或1 250千克鲜满江红，可以固

定空气中游离氮素1.5～2.5千克 其固定的氮，除以蛋白质的形态存在植株内，还能通过根系分泌或根毛、根表皮脱落等形式，补充到土壤中去 十字花科以及豆科绿肥作物利用难溶性磷酸盐的能力比较强，通过其发达根系富集磷到绿肥体中，再经过分解形成易效态的磷，供其它作物吸收利用 绿肥在分解过程中产生CO_2、引起土壤中pH的暂时下降，可提高磷酸盐和某些微量元素的有效性 绿肥作物分解过程中的中间产物以及微生物的代谢和自溶的物质，与土壤中的多价金属离子形成比较稳定的络合物，从而使土壤中难溶物质有效性提高

增加产量 绿肥作物翻压以后，促进作物增产，其增产效果大小受土壤肥力、作物品种和绿肥的施用技术等因素影响，一般每500千克绿肥或1 250千克满江红，包括后效可增产粮食25～50千克 在瘠薄土壤上的增产效果高于肥沃土壤

很多绿肥作物是牲畜的优良饲草 如紫云英、苕子、箭筈豌豆、满江红、**沙打旺**、草木樨等 一般鲜草中含粗蛋白3.0～4.5%，粗脂肪1～2%，还有大量的多种维生素 绿肥作物供牲畜食用后，转化畜产品或役能外，尚有70%左右的养分从粪便排出仍可肥田

保护环境 绿肥作物根系庞大，在水土流失地区种植，比中耕作物可减少地表径流40～90%，减少土壤冲刷量40～70% 有的绿肥作物还有净化空气、水质和美化环境的作用 多数绿肥作物是优良的蜜源植物，紫穗槐一类绿肥作物荃条可作编织材料，田菁种子胚乳中含半乳甘露糖胶，是多种工业不可缺少的重要原料 在能源缺乏地区，结合收籽，其秸秆还可解决燃料问题

发展 随着农业现代化和商品生产的发展，绿肥作物的栽培利用，对促进种植业与饲养业结合，用地与养地结合起重要作用 豆科、非豆科、一年生、多年生绿肥作物并用特别应重视禾本科草类作物 种草同时养畜，以畜粪、根茬肥田 在防风、保持水土、抑制杂草和美化环境等方面发挥绿肥作物这类生物资源的作用；在种植方式上，实行间、套、**复种**，把绿肥纳入种植业结构之中，充分利用农田隙地和果、林行间以及其它可以利用的时间、空间，最大限度地种植绿肥作物

参考书目

焦彬主编：《中国绿肥》，农业出版社，北京，1986年

（焦 彬）

绿肥作物种植方式 (cropping pattern of green manure crops) 绿肥作物在某一地区种植制度中的配置以及同其它作物组成的种植结构 其主要形式有轮种、**复种**、间种和**套种**等

原则 一个地区的绿肥作物**种植方式**和布局，首先，要依据自然条件和社会经济条件因地制宜地确定，在衡量其经济效益和生态效益时，不仅要看当季，更重要的是看周期 其次，绿肥作物的种植应兼顾肥田和养畜两方面的要求 从而促进种植业与养殖业的结合、用地与养地的结合 第三，要利用各类作物**生长期**以外可以利用的时间和生长过程中可以利用的空间，按照不同绿肥作物和其它作物的生物学特性，有效地利用温度和光照等自然资源 第四，绿肥作物和其它作物在栽培技术上，要互相配合，共同促进 绿肥要为其它作物高产创造肥力条件，而在其它作物的栽培过程中，又要给绿肥作物生长尽可能提供更大的空间和更长的时间

主要种植方式

轮种绿肥 根据土壤状况和需要在同一轮作区的田块上，种一年到几年的绿肥作物，再种一年到几年的其它作物 这种形式多在人少地多、土壤瘠薄或畜牧业比重大的地区内采用 其方式有：①一肥两年轮种 早春顶凌或冬前寄籽播种草木樨、紫花苜蓿等绿肥作物 秋后翻压，第二年种**玉米**、**高粱**等早春作物 也可于第二年返青后初夏翻压，翻压后种**糜子**、**荞麦**、**向日葵**等夏作物，或接种**田菁**、**柽麻**、**绿豆**、**秣食豆**、黑麦草等绿肥作物，秋、冬翻压，第三年种其它作物 这种轮种方式，周期短，收效快，适于在低产土壤上连续实行 ②一肥三年轮种 这是北方多数低产地区实行的一种轮作形式 一般是绿肥耕翻后连续种两年其它作物 这种形式绿肥占地时间相对地减少，对绿肥肥效的利用也较充分和经济 ③两肥四年轮种或五年轮种 一般是绿肥作肥饲兼用，既刈草又肥田 采取早春顶凌播种紫花苜蓿或沙打旺，第一年秋末和第二年刈草，第二年冬前耕翻，以后种二三年其它作物 也可早春顶凌或冬前寄籽播种两年生草木樨，当年刈草，第二年春在草木樨行间再套种草木樨，第一年播种的草木樨开花前刈草或收籽，第二年播种的草木樨在夏秋生长，冬前耕翻后，接着种二三年其它作物 ④绿肥牧草多年轮种 多在半农半牧地区实行，主要任务是提供牲畜饲草 一般种紫花苜蓿或沙打旺等，生长3～5年耕翻，再种3～5年其它作物

复种绿肥 在同块田内，在一个年度或一个年周期内，先后种植一茬以上绿肥作物和一茬以上其它作物，采取接茬复种，或在前茬作物生长后期套种，主要利用前茬作物收获以后的时间生长 复种绿肥可以充分利用气候和土地资源，达到用地和养地相结合的目的 在水热条件种两季作物不足，种一季作物有余的地区，可以在不减少其它作物种植面积的情况下复种绿肥 在多熟制地区，选用对其它作物生长比较不利的季节和时间，利用绿肥作物适应性强的特点进行复种 其方式有：①稻稻肥复种，主要分布在长江以

南，早稻割后，栽晚稻，晚稻收割前在稻行内撒播紫云英或苕子、金花菜、肥田萝卜、草木樨等，也可利用几种绿肥作物混播，第二年早稻栽秧前翻压。在晚稻收割早的情况下可以将稻田耕翻整地后播种绿肥，以改善土壤理化性状，提高绿肥鲜草产量。②麦肥稻复种：在黄淮以南的地区，麦类五月末收获，随即复种一茬速生早发的怪麻、绿豆等夏绿肥作物，一般生长35天左右可获得500千克/公顷左右鲜草，翻压后再栽晚稻。③麦稻肥复种：在麦茬中稻收后复种一茬怪麻或绿豆、田菁等绿肥作物，种麦前翻压，用作麦田基肥。④油稻肥复种：油菜收后栽早稻，早稻收后种田菁、怪麻，翻压后种冬作物小麦等。⑤肥稻复种：北方一季稻区，利用水稻栽秧前，早春顶凌播种箭筈豌豆或香豆子、草木樨、油菜、大麦等，可以单种，也可以几种绿肥作物混种，栽秧前翻压。⑥麦肥复种：在一年一熟的东北春麦区，麦收后复种油菜或秣食豆、民豌豆等，或在春季麦田管理后期撒播草木樨，小麦采取高茬收割，绿肥压后翌年再播种小麦；西北春麦区麦后复种或在麦田管理后期撒播箭筈豌豆或草木樨、紫花苜蓿、毛叶苕子等绿肥作物，小麦高茬收割，割后要及时灌水，冬前翻压绿肥作物。华北地区冬麦收后复种田菁、草木樨、绿豆、怪麻等绿肥作物，秋季种麦前翻压。

间种、套种绿肥　同一块田内，成行或带状间隔地种植绿肥作物和其它作物。播种期可以同时（即间种），也可以前后错开（即套种）。这种方式，可以充分利用土地和时间，利用不同作物生育期的差异，错开播种时间或利用植株伸展高低差异，提高叶面积指数，而且各类作物根系有深有浅，对水分、养分的吸收能力各异，因此可提高土地利用率。一般间种套种绿肥可提高土地利用率25%左右。

一熟制地区，利用玉米、高粱、棉花春季播种晚，前期生长又慢的特点，在其预留行间，早春先种草木樨或香豆子、油菜、箭筈豌豆、蚕豆等绿肥作物。出苗后，按正常的播期和原定行距播种玉米或高粱、棉花等。到玉米或高粱拔节前，将影响生长之时，结合中耕，翻压绿肥做追肥用。在土壤肥力中等的地区，采用100～160厘米一带，玉米种双株，行间间种草木樨等绿肥，既能肥田，又可刈草。向日葵间作草木樨：早春两者同时播种，占地1∶1；在向日葵稀植的情况下也可以采用撒播草木樨或横串窄带（20～30厘米）套种草木樨。

多熟制地区，间套种方式很多。①二粮一肥间种套种。秋季播小麦留埂，翌年春天在麦田埂上套种玉米，小麦与玉米共生；夏季小麦收后种田菁或怪麻、绿豆等，玉米和绿肥作物共生；秋季玉米收获后，其残茬连同绿肥一起耕翻种麦；麦肥稻间种套种，晚秋麦类与绿肥同时间种，夏季在麦收后再使绿肥生长一段时间后压青栽晚稻。②二粮二肥间种套种。秋季种小麦，同时按比例种毛叶苕子或草木樨、蚕豆、油菜、箭筈豌豆等绿肥作物；春季翻压后套种玉米，夏季小麦收后套种田菁或绿豆、怪麻等。③一粮一棉二肥间种套种。秋季播麦同时播种苕子或蚕豆等冬绿肥作物，春季翻压后套种棉花；夏季麦收后套种田菁或怪麻、绿豆等。有的地方在春大麦行内还套种草木樨，夏季收麦后翻压施于棉花，形成了一粮一棉二肥。④三粮二肥间种套种。秋季麦类与绿肥带状间种植。春季绿肥压青后在绿肥带套种玉米，麦行套种草木樨。夏季麦收后，将草木樨翻压，在小麦带上栽甘薯。也可秋季麦子绿肥带状间种，春季压青后套种早熟玉米。夏初麦收后套种田菁、怪麻、绿豆等绿肥作物。玉米成熟收获后，把玉米秸秆及绿肥翻压后栽晚稻。⑤三粮三肥间种套种。秋季小麦、绿肥宽带种植，春季绿肥压青，在绿肥带上种玉米，小麦行间套种草木樨，夏季收麦后将草木樨压青栽甘薯，玉米行间套种田菁，水稻田菁间栽套插，田菁育苗，在早稻拔节前后，每隔1～2米宽栽插一行田菁，早稻收后，田菁生长一周左右，压青做晚稻基肥。稻田套养满江红：水稻栽秧活棵后，在稻行内放养满江红。满江红可以就地压青做水稻的追肥，也可以打捞出来做饲料，或异地施用。

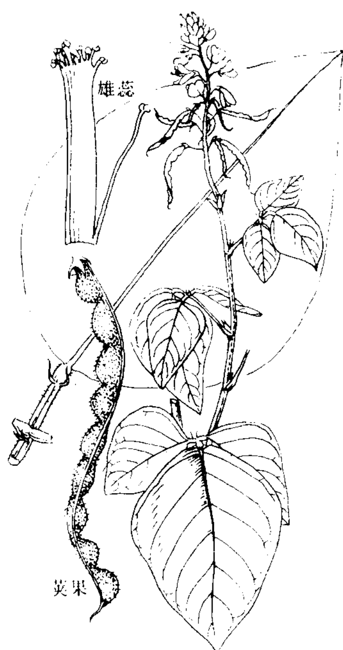
果园、茶园、桑园及幼林地间种套种绿肥作物　在果、茶、桑及幼林行间，可以间种一年生绿肥作物，也可以间种多年生绿肥作物。一般要求植株不太高，耐荫性强，耐践踏和再生力强的种类。可以刈草压青，也可以刈草覆盖。（焦　彤）

绿黍（green panic）　禾本科黍属大黍的一个变种，学名*Panicum maximum* var. *trichoglume* Eyles，又名细天竺草，多年生牧草。原产于热带非洲。1974年从澳大利亚引入中国广东、广西等地试种。根系发达。株高60～160厘米，茎秆细。叶子着生部位高于大多数品种，叶长7～30厘米，宽约1.5厘米，叶质软，叶色较浅。圆锥花序开展，长20～35厘米。每千克种子约126万粒。喜温热湿润气候。适于热带、亚热带年降雨量600～1 500毫米的地区种植。极耐旱，比大黍耐寒、耐荫，但不如大黍耐渍、耐酸。在高雨量地区，不如大黍生长旺盛。对氮、磷肥反应敏感。一般用种子繁殖，缺乏种子时，可用分株繁殖。由于种子小，要求良好整地，并施有机肥和磷肥作基肥。宜春播，每公顷播种量约6千克，行距约40厘米条播。苗期注意中耕除草。宜与**蝴蝶豆**、**大翼豆**、**笔花豆**等豆科牧草混播，建立人工草地。割草地一年可割3～5次，每公顷产鲜草45～75吨。每公顷产种子约375千克。入冬前应避免重牧和收割。营养价值和利用方法与大黍相同。（蒋侯明）

绿叶山绿豆（greenleaf desmodium）　豆

科山绿豆属的一个种，学名 *Desmodium intortum* (Mill) Urb.，多年生高草植物。原名绿叶山蚂蟥，别名扭曲山绿豆、旋扭山绿豆。主要作为牧草栽培。原产中、南美洲，已扩展至整个热带地区。中国于1974年自澳大利亚引种、试种。

多分枝，具攀缘性，藤蔓密被带红褐色短柔毛。小叶3枚，卵圆形，顶端渐尖，长2～7厘米，宽1.5～5厘米，叶正面有红褐至紫色斑点。顶生总状花序，密集，花紫红或粉红色。豆荚镰刀状，有8～12个荚节，各含一粒种子，成熟时荚节分离，易粘于动物身上和人的衣服上。每年12月至翌年1月开花，1月至2月果熟。性喜高温高湿，适宜温度为昼温30±3℃，夜温25±3℃。年降雨量850～3 500毫米的地区均可生长。对土壤的适应性广泛。



绿叶山绿豆

每千克种子约59.4万粒。每公顷播种1～2千克，可用飞机撒播或机械条播。种子硬实率高，播前用浓硫酸处理5分钟，洗净晾干后再播。需施磷、钾肥才能获得高产。忌用含氯元素的肥料，以防氯离子毒害。

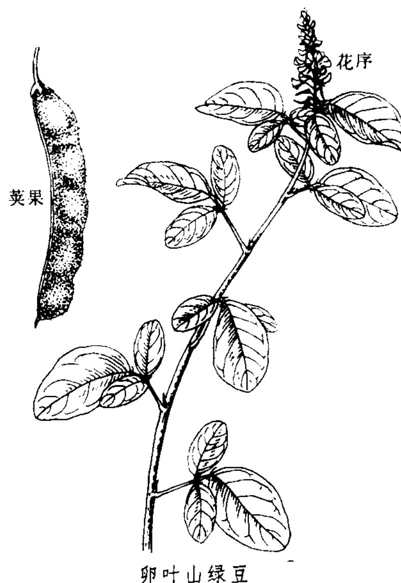
干草含粗蛋白18～20%，粗纤维30～31%，钙约1.01%磷，约0.28%。可消化性低，故常与马唐、雀稗、狼尾草等混种。每公顷干草产量12～20吨，比纯种绿叶山绿豆高二倍多。其粗蛋白含量与每公顷施450～500千克氮肥的纯禾草相当。加8%的糖蜜可作青贮饲料。

种子每公顷产80～100千克，花期过长，成熟期不收种困难。

（王秉忠）

卵叶山绿豆 (ovaleaf desmodium)　豆科山绿豆属中的一个种，学名*Desmodium ovalifolium* Wall.，原名卵叶山蚂蟥。多年生平卧生长的小灌木，热带大型种植园的覆盖作物。

原产东南亚热带地区。1962年由斯里兰卡引入中国。分枝细而多，稍有棱，上部贴生灰白短茸毛。三出复叶或单叶，互生，小叶近革质，绿色，正面无毛，背面贴生稀疏灰白茸毛，倒卵形或椭圆形，长2.7～5厘米，宽1.8～3.3厘米，侧生小叶的大小约为其半。复叶柄长1.3～2.7厘米。总状花序顶生，稠密，长2.7～5厘米。花冠长约6毫米，初开时为粉红色，后转蓝紫色。荚果长1.5～2厘米，宽3毫米，无毛或被细柔毛，5～8个荚节。种子黄色，形小，每千克约65万粒。12月份开花，翌年1月至2月果熟（见图）。



卵叶山绿豆

一般覆盖厚度可达30～50厘米，每公顷产鲜茎叶22～27吨。初期生长较慢，但耐久、耐荫，冬季不落叶。根系发达，有小根瘤。对土壤的适应性广。线虫病*Meloidogyne* spp.为害常导致成片死亡。

可用种子直播，因种子粒小，对整地质量要求较高。株行距50×100厘米，每穴播5～8粒。也可选用曝光处的分枝，于雨季凉爽天气扦插，成活率高。

也可用作饲料，干的叶、茎含氮分别为2.24%和2.06%，磷分别为0.121%和0.093%，钾分别为1.279%和1.141%。

（王秉忠）

轮回选择 (recurrent selection)　通过循环式多次交替进行选择和杂交改进作物群体遗传结构，以提高群体中有利基因频率的育种方法。是群体改良的手段之一。改良的群体可直接用于生产，也可从中选出具有更多有利基因的**品种**、**自交系**或**综合种**。

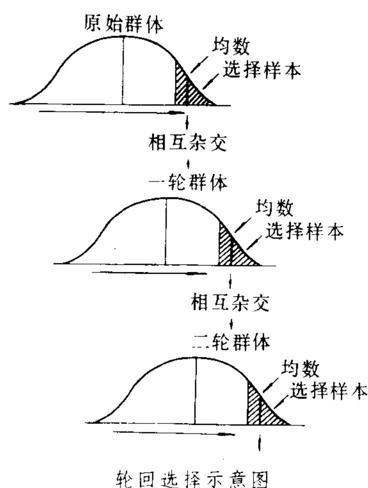
进行轮回选择的先决条件是群体中应具有丰富的遗传变异。

现代育种工作由于品种水平不断提高，育种目标日益多样，选用育种材料日益局限，常导致遗传基础日渐狭窄。1975年W.L.布朗（Brown）报道，西半球玉米种质大约有130种类型，但美国90%以上的**玉米育种**力量却集中于其中3种型类的使用。因此，人们逐渐注意到扩大遗传基础，引用外源基因的重要性。但外源种质常带有很多不良性状，不易直接利用。因此，先用外源种质与优良种质配制成遗传基础广泛的原始群体，再用轮回选择的办法进行群体改良，是使作物改良持续前进的长期性良策。

轮回选择主要适用于数量性状的改进。理论上，在育种目标涉及很多基因时，只要群体能够无限加大，有可能在一个世代中选到具有所有期望性状的基因型。但实际上，由于群体有限，只能通过逐代选择，积累有利基因和淘汰不利基因的途径，逐渐改进群体，最后达到期望的目标。与混合选择相比较，轮回选择可以避免携带过多不利基因的缺点，也可以减少因连续自交纯合化过快所导致的有利基因丢失，因而是较好的改良群体的方法。

轮回选择的应用最早从玉米开始，1919年H.K.**海斯**（Hayes）和R.J.加柏（Garber），1920年E.M.依斯特（East）和D.F.琼斯（Jones）分别提出类似轮回选择作法的设想。1940年M.T.詹金斯（Jenkins）发表这种方法的具体内容。但"轮回选择"一词则是F.H.赫尔（Hull）于1945年首次使用的。后经逐步完善，成为玉米育种中常用方法。其后逐渐扩大到自花授粉作物如**大豆**、**高粱**、牧草等。

轮回选择的作法因作物的交配系统和需要改良的性状之不同而有各种灵活运用的方式。但其基本模式如下图：首先是建立一个或两个以上遗传基础广泛的原始群体。它可以是开放授粉的**品种**、**综合种**、**双交种**或**单交种**后代，也可以是用自交系或自花授粉作物品种或品系配制成的分离群体。基本材料的选用至关重要。S.A.艾伯哈特（Eberhart）等提出在建立原始综合群体之前，应先用3～5年时间筛选基本材料，使群体中包括当地材料和外引材料，对重要病虫害的抗源、一定数量具有优良农艺性状的品系和半数以上的高产品系。



轮回选择示意图

原始群体建立之后，进行多循环轮回选择。每一轮回包括两个步骤：①从原始群体中选择若干具有所需有利性状的最好单株。②在当选单株之间进行所有可能的两两交配，或在隔离条件下令其自由授粉，然后把所得杂交种子等量混合后种成下一群体。选择一定数量个体的目的在于保留较多变异。进行相互杂交的意义在于延缓纯合化进程，加大重组机会。如图所示，每通过一个轮，当选样本的均数就向前推进一步，群体水平也相应提高一步。

轮回选择的具体方法大体可归纳为以下两种类型：①简单轮选。主要适用于自花授粉作物。在目标性状的遗传力较高，可以用目测或简单测试方法区分时，可根据植株表现直接选择，称表型轮选。如果目测不易区分，则需根据初步选择的候选单株后留在下一代的表现决定取舍，称基因型轮选。②配合力轮选。改良的目标性状是配合力，适用于玉米等异花授粉作物。先用候选单株与测验种进行测交，同时自交留种，然后根据测交组合在下一代的表现决定候选单株的取舍。测验种的选用因需要改进的配合力之不同而异。一般配合力轮选应以遗传基础广泛的材料为测验种。特殊配合力轮选应以优良自交系为测验种。需要同时改进两个群体的一般配合力和特殊配合力时，则需以两个群体的植株互为对方群体的测验种。配合力轮选需要自交、测交同时进行，选择和杂交隔代进行，并需另设测定测交组合产量表现的试验圃。

轮回选择的特点是群体是开放的，形成一个能动的基因库，可以在改良的过程中随时加入新的种质，丰富群体的遗传基础，从而使有利基因频率的提高得以持续进行，不致因循环次数的增多而降低改良效果。亦可随时选出新的品系或自交系。

利用轮回选择进行群体改良在作物育种中获得很大成功。G.F.**斯普拉格**在1946年用16个来自玉米带的抗倒伏自交系建立了一个坚秆综合群体BSSS。经30年轮回选择，到1976年已从这一群体中选出82个优良自交系在生产上应用，遍布美国13个州和加拿大3个省。其中依阿华州选出的自交系B73尤为突出。用B73所配成的单交种种植面积曾一度占美国玉米总面积的35%。肯尼亚采用轮回选择以后使玉米产量大增，从经常缺乏玉米变成为玉米出口国，玉米种植面积从1963年的300英亩增长到1970年的35万英亩。此外，在高粱、大豆、**棉花**、**甜菜**、**向日葵**等作物的改良工作

中都取得一定效果。中国自从发现小麦显性核不育基因以后，已利用它在北京、太原、南京、公主岭等地开展小麦抗赤霉病、抗旱和综合性状的**群体改良**工作。

（秦泰辰）

轮作（crop rotation） 在同一块田地上，有顺序地轮换种植不同作物的**种植方式**。如一年一熟条件下的大豆→小麦→玉米三年轮作。在一年多熟条件下，轮作是由不同复种方式所组成。如油菜—水稻→绿肥作物—水稻→小麦—大豆三年复种轮作。轮作因采用方式不同，分为定区轮作与非定区轮作。采用定区轮作，通常规定轮作田区数目与轮作周期年数相等，有较严格的作物轮换顺序，定时循环，同时进行时间上和空间上（田地）的轮换，即每一轮作田区按照同一顺序，逐年轮换不同的作物或复种方式，而每一作物或复种方式则按顺序逐年换地。为了保证每一作物每年有较稳定的播种面积，要求同一轮作中的每一轮作田区面积大小相近；为了便于管理和机械作业，还要求尽可能连片。当前在中国较少采用定区的轮作，而多采用不定区的换茬轮作，即轮作中的作物组成、比例、轮换顺序、轮作周期年数，均可有一定的灵活性。因此，比之定区轮作，具有较大的适应性和可行性。

发展 不定区轮作是中国以及世界各国自古以来用以维持、恢复地力和提高作物产量的有效措施之一。中国在北魏（公元6世纪）贾思勰著的《齐民要术》中，就有作物轮换的记述。如“谷田必须岁易”，“稻无所缘，唯岁易为良”，“麻欲得良田，不用故墟”。长期以来，中国在旱地上多采用以禾谷类作物为主的或禾谷类作物、经济作物与豆类作物轮换的禾豆轮作，农作物与绿肥作物轮换的绿肥轮作。稻田只有少部分采用**轮作**，多数为连年种植**水稻**的稻田复种轮作；可水可旱的稻田，则采用水稻与**棉花**、**甘蔗**、**大豆**、**玉米**、**甘薯**等旱作物轮换的水旱轮作。

在欧洲，公元8世纪以前，盛行一年麦类与一年休闲轮换，到中世纪，则发展三圃式的休闲轮作，即**休闲**→冬谷类→春谷类。后来由于畜牧业的发展，牧草引入农田种植。到18世纪，在英国推行“诺尔福克式”轮作（Norfolk rotation）：**红三叶草**→**小麦**（或黑麦）→饲用芜菁或**甜菜**→**二棱大麦**（加播红三叶草），又称为“四圃式”轮作。由于农牧结合，扩大了豆科牧草种植和大量施用厩肥，使地力不断提高，作物产量也稳步增长，从而又促进了畜牧业的发展。到19世纪，J.V.李比西（Liobig，1803～1877）提出“植物矿质营养学说”。根据化学分析的结果，把作物分为三类：需氮作物（禾谷类），需钾作物（块根、块茎类），需钙作物（豆科、牧草）。认为不同类型的作物进行轮作，可均衡地利用土壤养分，为作物轮作奠定了理论基础。其后，由于化学肥料施用量的不断增加，不包括豆科作物（或降低比例）的农作物轮作，也逐步发展起来。

效益 和连作相比（参见**连作**），合理轮作有显著的生态效益与经济效益。首先，作物定期轮换可有效地防除许多作物病、虫、草害。据研究，同一作物由于连作，带病虫的根茬残株落叶，会导致土壤感染的病虫害迅速严重起来。如棉花枯萎病、棉花黄萎病、蚕豆根腐病、烟草黑胫病、粟谷白发病、瓜类枯萎病等，以及为害多种作物的线虫、地下害虫等。通过轮作特别是水旱轮作，改变了它们的生态环境，可使之大大减少或易于控制。此外，在作物田间有许多伴生性和寄生性杂草、恶性杂草，如稻田的稗草、眼子菜、麦田的野燕麦、大豆田的菟丝子等。还有许多难于防除的多年生杂草，如小蓟、莎草等，通过轮作，不断改变作物结构与相应的土壤耕作和排灌管理，从而不断改变其生态环境，田间杂草便可显著减少。其次，由于多种不同类型的作物轮换种植，土壤营养元素得到均衡的利用。豆科作物可借根瘤菌的固氮作用，补充土壤氮素来源，禾谷类作物有庞大根群与茎叶，可疏松土壤，增加土壤有机质的来源。水旱轮作可明显增加稻田土壤的非毛管孔隙，改善土壤通气条件，提高氧化还原电位，减少亚铁等还原性物质的形成与累积，可降低或消除土壤潜育化过程，还可消除土壤中有毒物质，促进有益微生物繁殖，从而改善地力，提高施肥效果。所以，实行合理的轮作制度，是一项经济、有效的增产技术。

类型 按轮作中养地作物或养地措施不同，轮作可分为休闲轮作、绿肥轮作、禾豆轮作、草田轮作；按轮作中主要作物组成不同，则可分为大田作物轮作、饲料作物轮作和蔬菜作物轮作。在大田作物轮作中，主要为粮食作物和经济作物，也可安排一些饲料作物或绿肥作物。组成同一轮作中的各类作物，必须具有当地气候、土壤条件的相似适应性，既可获得最大的经济效益，又可获得良好的生态效益。

（元生朝）

罗布麻（kendyr） 夹竹桃科茶叶花属作物，学名*Apocynum* L.，多年生野生草本韧皮纤维植物。有红麻 *A. lancifolium* Rus 和白麻 *A. hendersoii* (Hook. F.) Woodson不同的种。罗布麻的别名很多，如茶叶花、茶棵子、漆麻、野麻、野茶等。罗布麻是在新疆罗布泊发现而得名。在中国淮河、秦岭、昆仑山以北各省（自治区）都有罗布麻分布。罗布麻的纤维在已发现的野生纤维植物中，品质最优，是纺织、造纸的原料。但其纤维长度不一致，纺织时落麻率高，成纱率较低。罗布麻的根和叶有药用价值。

形态特征 根有直生根和横生根两种。直生根着生在横生根上成垂直状。两者都可长出新芽，是无性繁殖的良好材料。茎丛生，多直立，幼茎在空旷处常

呈匍匐状。白麻幼苗为浅绿色或灰白色，成长后为浓绿色，株高1.0～1.5米。红麻幼苗紫红色，背阴部分为绿色，株高1.5～2.0米。分枝习性强，纤维细胞位于麻茎韧皮部内，纤维束松散，皮层下部有乳管细胞，含有大量乳白胶质。红麻中上部的叶对生或互生，披针形或长椭圆形，绿色或深绿色，有尖刺。叶背色淡，具有稀疏短硬毛。叶长2～5厘米，宽0.5～1.5厘米。白麻叶多椭圆形或披针形，淡绿色，背面灰绿色，叶脉不像红麻那样明显，叶长3厘米左右，宽0.8厘米。花序为单枝聚伞花序。白麻花较大，呈碗状、钟状、盘状等，粉红色，花冠直径1.5～2.2厘米，花柄长0.8～1.2厘米，花冠上端裂成5片，花药箭头形，雌蕊1枚，柱头2裂，子房上位，有蜜腺5个。红麻花较小，花冠直径0.7～0.9厘米，呈喇叭形，粉红色或紫色，花冠上部也分成5裂。果实由二离生子房发育而成，为两个并生的长角状蓇葖，两端稍尖，中部略粗，果皮上有突起的条纹，其中一条较粗的为内缝线，果实成熟时即沿粗横线自行开裂，种子随风气散。白麻果实略大，果长25～36毫米，直径4毫米，含种子300～750粒；红麻果实略小，含种子280～500粒。白麻果实成熟时黄褐色，红麻为暗紫色。种子长圆柱形，千粒重0.5克左右，成熟时黄褐色或褐色，表面有凸出的棱纹，尖端有一丛伞状白色绒花。

生物学特性　新疆北部地区在4月中旬气温10℃，地温12℃左右时，罗布麻宿根萌芽出苗，南疆地区于3月中旬出苗。4月至5月出现花序，盛花期在6月中旬至7月上旬，开花期为70天左右。北疆地区春暖较迟，故开花期也较晚。白麻开花期较红麻早10天左右。南疆地区生长的罗布麻一般10月间果实达完熟期；北疆稍迟。

罗布麻耐旱、耐盐碱、抗风，还有耐冬季严寒和夏季酷热的特性。

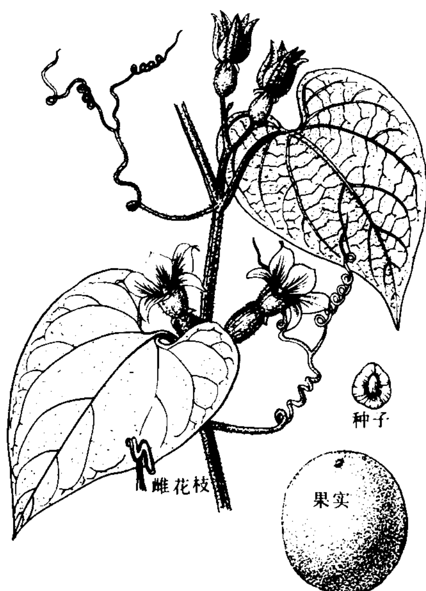
参考书目

董正钧著：《罗布麻》，科学出版社，北京，1958。

（李宗道）

罗汉果（lohankuo）　葫芦科罗汉果属栽培种，学名*Thladiantha grosvenorii* (Swingle) C.Jeffrey，多年生草质藤本作物。果实供药用。是中国特产，有近百年的栽培历史。主产于广西壮族自治区，以永福、临桂两县产量最多；广东、江西、湖南和贵州省亦有分布。

植株各部被短柔毛。有肥大的块茎。茎具沟棱。叶通常为卵状心形；卷须2裂达中部。花单性，雌雄异株；雄花腋生排成总状花序，花萼5裂，花瓣5枚，雄蕊5枚，两两基部靠合，1枚分离，花药1室，"S"形；雌花单朵腋生或2～5朵生于一总梗顶端，子房下位，花柱顶端3浅裂，柱头膨大，2裂。果实卵形、椭圆形或球形，果皮薄，果瓤海绵状，种子多数，扁圆形。花期6月至9月。果期9月至11月。主要有4个品种：长滩果、拉江果、冬瓜汉和青皮果。前3种为长果类，青皮果为圆果类，以长果类品质为佳。



罗　汉　果

喜温暖、昼夜温差大、高湿、多雾的气候环境；常生于海拔400～1 400米的山坡林下及河边湿地和灌木丛中。适宜土层深厚、含有丰富腐殖质、疏松、排水良好的壤土或红壤。在含砂较多的土壤种植，易遭根结线虫为害，排水不良则造成块茎腐烂。幼苗耐荫，成年植株喜光，但忌强光曝晒。早春气温上升到18～20℃，块茎开始发芽抽梢，22～28℃生长良好，7月为盛花期，自授粉到果实成熟需60～75天，秋后气温低于10℃时，地上部开始枯萎倒苗，地下块茎进入休眠越冬，全生长期250天左右。

用种子繁殖或压蔓繁殖。用种子繁殖的幼苗，雄株占70%以上，且苗期性别尚不能鉴定。所以仅繁殖少量雄株以供授粉。但种子繁殖是改变目前品种混杂退化、提纯复壮的主要手段之一。压蔓繁殖是生产上常用的方法，在8月至9月的阴雨天进行，选择1～2年生粗壮、节间长、未结果的藤蔓，就地挖穴，将蔓顶压入穴中，约10天后开始生根，一个月膨大成小块茎，立冬后藤枯死时将块茎挖出，置于土坑贮藏越冬。第二年清明前后种植，冬季无严重霜害地区可以秋冬种植。此外，还可进行离土压蔓、嫁接和组织培养，用组织培养的试管苗移植于苗床后，当年即可结薯块。

果园宜选择海拔300～500米的东南坡或南坡，开成等高畦。按株行距1.6×1.6～1.9×1.6米挖穴，穴大30厘米见方，种植时通常每100株雌株配3～5株雄株。在种薯萌芽前搭好棚架，棚高1.7米左右，便于管

理。气温上升在15℃以上就要及时开蔸，通常薯顶露出整个薯的30～50%为宜，以提高土温促进种薯发芽。为了集中养分，待抽出的新梢长至10～15厘米时，选留最粗壮的一条做主蔓，其余的即时抹除。主蔓长至30厘米以上，插一竹竿，逐渐引绑主蔓上棚架。适时摘心，促使2～3级侧蔓分生，形成一个自然扇形的骨架，以提高坐果率。罗汉果根系发达，吸肥力强，初期施肥过多易引起徒长，开花前宜少施、轻施，开花后可多施、重施。全年施基肥一次，追肥4～5次，每次施肥要根据根系扩张情况，逐步扩大，远离种薯。栽培品种都要人工授粉才能结果，授粉时间以上午7～10时为宜。经济结果年龄一般5～6年，管理好的长达10多年，高产单株结果数达100～200个。病虫害主要有爪哇根结线虫病*Meloidogyne javanica*，疱叶丛枝病；华南蟋蟀 *Brachytrupes portentosus*，家白蚁 *Coptotermes formosanus*，黄守瓜 *Aulacophora femoralis*，瓜藤天牛 *Apomecyna* sp.，棉蚜，红蜘蛛，罗汉果实蝇 *Zeugodacus caudatus*。在果皮青硬、果柄枯黄时采收，剪平花柱和果柄，摊放于通风干燥处，"发汗"7～15天，待果皮转黄色时即可烘烤。50～75℃烘烤为佳，经7～12天，轻弹果皮闻有响声者即可。随着温度升高，烘干速度明显加快，用70℃烘烤，比50℃烘烤，烘干时间可节省2倍。

果实中含有一种三萜甙甜味物质，已被分离出来，它比蔗糖约甜300倍。干果总糖含量高达25.17～38.31%，鲜果含丰富的维生素C、蛋白质；种仁含油量41.07%。药理实验：粗提液剂量为15克/千克时，对动物有轻微的镇静和缓泻作用。味甘，性凉。有清热润肺、生津止咳、润肠通便的功效，用于肺燥咳嗽、百日咳、咽喉干痛、暑热口渴、便秘。也可作糖尿病人的食疗药物，又是饮料和食品调味剂。（高成芝）

罗勒 (basil) 唇形科罗勒属中的栽培种之一，学名 *Ocimum basilicum* L.，一年生芳香性草本植物。古名兰香。罗勒的叶味辛气温，其挥发油中主要成分有桉树脑、丁子香酚、甲基佳味醇、里那醇等，中医用以主治消食去恶气，清水气，驱风健胃，疗牙痛口臭。种子可治目翳及尘物入目，故中医称罗勒子为光明子。茎叶亦为中医产科中的要药。印度人则视罗勒为圣物，并用叶子治疗肺部感染及粘膜炎、消毒和净化空气之用。

罗勒原产于亚洲热带地区、非洲和太平洋岛屿。在中国约于公元500年后已经栽培，公元6世纪的《齐民要术》一书上已有关于罗勒栽培的记载。中国栽培罗勒的地区有河北、山西、浙江、江苏、安徽、江西、广东等省，数量不多。

茎直立，高20～80厘米，多分枝，茎常带紫色，光滑或有短柔毛。叶对生，长2～6厘米，宽1～3.5厘米，有长柄，卵形，全缘或疏生锯齿，背面有腺点。7月至9月开花。总状花序轮生，每轮有花6朵；苞片紫色或绿色，有毛；花萼外面和边缘以及花丝基部均有细毛；花冠淡紫色，上唇白色或淡红，下唇紫红色。小坚果长圆卵形，褐色或黑色，四棱，表面有浅点痕（见图1）。种子的胚多油质。本种的染色体数2n=48。



图1 罗勒

罗勒是喜暖植物，栽培方法简便。本植物需要充足的阳光、排水良好和中等肥沃的土壤。如欲提早移栽，可在天暖移栽前5～6个星期在温床内或在塑料膜覆盖下采用扦插育苗，然后移栽露地。如在露地播种，时间不能过早，出苗后需要间苗，生长期间需追肥。待植株行将开花时收割一次，以后可再收一次。



图2 丁香罗勒

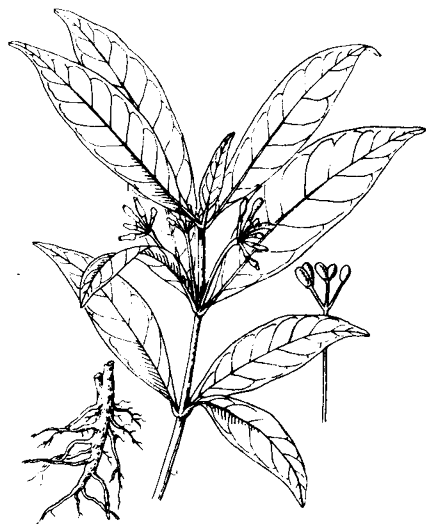
罗勒属的另外一个种丁香罗勒*O. gratissimum* L. var. *suave* (Willd.) Hook. f. 亦为热带亚洲原产，印度栽培，南京亦有少量种植，苏联亦有栽培。顶生圆锥花序，萼齿5，上部中齿宽大，下二齿合生成两刺芒，花冠白色（见图2）。丁香罗勒是提取丁香酚的原料植物，用以配制香水、花露水，并作为罐头食品的防腐剂和香料，使用于牙科的消毒剂。栽培方法与罗勒相似。（盛诚桂）

罗马尼亚丰杜良粮食和经济作物研究所 (Institutuli de Cerectari Pentru Cereale Si Plant Technice Fundulea，简称ICCPT) 位于首都布加勒斯特东部丰杜良地方。1957年，建立玉米研究所，1961年与布加勒斯特农业技术研究所大田作物研究室合并后成立。下设10个研究室：作物遗传室、自花授粉作物育种室、异花授粉作物育种室、良种繁育室、灌溉作物农业技术室、旱地作物农业技术

室、肥料和作物营养室、生化生理室、植物保护室和技术开发推广室。还在全国不同地区和气候地带设有13个试验站，拥有土地面积50 000公顷。其中10%作试验用地，40 000公顷用于生产种子，5 000公顷用于大田示范试验。

该所是罗马尼亚规模最大的一个研究所，共有2 000人，其中科学工作者424人。根据与农业和食品工业部签订的科研合同，从事16个方面的科研工作，包括210课题，1 200个试验。主要从事粮食和经济作物、牧草和**饲料作物**的研究。1957～1986年，该所育成的各种作物品种和杂交种共计214个，其播种面积占全国的比重分别为：**小麦**92%、**大麦**100%、**玉米**87%、豆类50%、**向日葵**100%、经济作物55%、牧草和饲料作物92%。 （王文奎）

萝芙木 (devil peper) 夹竹桃科萝芙木属的一个种，学名 *Rauvolfia verticillata* (Lour.) Baill. 别名矮青木、鱼胆木。常绿小灌木。其根含利血平（reserpeine）、阿马里斯（ajmalieine）、萝芙木碱（rauvolfine）等多种生物碱，是治疗高血压的重要药物。生物碱含量约1～2%，是制造降压灵的原料。味苦、性寒、有微毒，具有降血压、泻肝火、镇静、解瘀等功效。可治头痛、失眠、眩晕、癫痫、蛇咬等病症。主产中国广东、广西。台湾、云南、贵州亦有分布。株高1～2.5米。单叶，轮生，椭圆状披针形。花白色，为腋生或顶生聚伞花序。根木质，淡黄色，致密，侧根多。核果长椭圆形。花期5月至7月，果熟期8月至10月（见图）。



萝 芙 木

本属有128个种或变种。中国常用的同属植物有云南萝芙木*Rauvolfia yunnanensis* Tsiang、海南萝芙木变种*R. verticillata*、var. *hainanensis* Tsiang、药用萝芙木变种 *R. verticillata* (Lour.) Baill. var. *officinalis* Tsiang。四叶萝芙木 *R. tetraphylla* L.、阔叶萝芙木 *R. latifrons* Tsiang 从国外引种的有印度萝芙木（又称蛇根木）*R. serpentina* (L.) Benth ex Kurz、催吐萝芙木 *R. vomitoria* Afzel ex Sreng. 等，药效相同。半阴性植物。多生长在热带、亚热带河岸、村旁的肥沃土壤上或石灰岩山谷中。在年平均温度20℃以上，绝对低温不低于0℃，年雨量1 200～1 500毫米。相对湿度75～80%，肥沃红壤地区均可栽培。以种子繁殖为主。播前用始温40～45℃温水浸种12小时，或用湿沙层积催芽。起畦条播，行距约15厘米，盖草、淋水、遮荫。15～20天出苗，发芽率60～70%，每公顷**播种量**90～100千克。宜选择微荫蔽地区种植，植距1×2米或1×3，施足基肥，雨季定植。及时除草、松土、追肥。苗期有立枯病*Fusarium oxysporum*、炭疽病 *Cgllectotrichum dematium*为害，常喷波尔多液防治。害虫有多角棉蚧，可用马拉硫磷乳剂喷杀。种后2～3年冬季采收根部，切段，长10～12厘米，晒干备用。每公顷平均年产干根2～3吨。

（丁慎言）

裸大麦 见**大麦**。

M

麻类作物（bast fiber crops） 一年生或多年生草本的韧皮纤维作物和叶纤维作物。前者为双子叶植物，利用其茎的韧皮纤维。这类纤维质地柔软，是纺织工业的重要原料。商业上称为"软质纤维"；后者为单子叶植物，利用其叶片或叶鞘的维管束纤维。这类纤维质地粗硬，适于制缆索。商业上称为"硬质纤维"。

主要的韧皮纤维作物有**苎麻**、**大麻**、**亚麻**、**黄麻**、**红麻**、**苘麻**、**罗布麻**等。苎麻、大麻、亚麻的纤维，具有吸湿性强、散热性快的特点，其织物挺阔、耐磨、透气，是纺织高档衣着的原料。利用红麻全秆制浆，可代替木浆造纸，是麻类作物综合利用的发展趋势。

苎麻　纤维细长，拉力很强，品质最优。原产中国。主产国为中国、巴西、菲律宾等。中国主要产区为湖南、湖北、四川、安徽、江西、广西、贵州、台湾等省（自治区）。

大麻　纤维细韧，品质优。中国是原产地之一。中国产量最多，苏联次之。中国主要产区为黑龙江、吉林、辽宁、山西、山东、安徽、河南等省。

亚麻　有纤维用、油用和纤油兼用三种亚麻之分。纤维用亚麻的纤维细长、柔软，有防水性能，品质仅次于苎麻。有认为近东是原产地之一。主产国为苏联、比利时、荷兰、法国、联邦德国、民主德国、波兰等。中国主要产区为黑龙江、吉林两省。

黄麻　栽培种有圆果黄麻和长果黄麻。中国是原产地之一。单位面积产量较高，纤维品质较好。主产国为印度、孟加拉、中国、巴西等。中国主要产区为浙江、广东、台湾、福建、江西、江苏、安徽、湖南、湖北等省。

红麻　也称槿麻、钟麻、洋麻。较耐旱、耐盐碱、耐涝，单位面积产量高。主产国为中国、泰国、苏联、印度、孟加拉等。中国主要产区为河南、安徽、湖北、四川、浙江、广西、广东、山东、江苏、福建、江西、湖南等省（自治区）。

苘麻　也称青麻，原产中国。在国际贸易上又有"天津黄麻"（Tianjin jute）之称。纤维粗硬，耐湿。主产国为中国、苏联、印度、朝鲜。中国分布在东北、华北各省低洼地区。

罗布麻　目前处于野生状态，多年生，纤维品质优良。在苏联、中国均有广泛分布。中国主要分布在新疆、青海、甘肃、山东、江苏等省（自治区）的盐碱、沙荒地。

主要叶纤维作物有**剑麻**、**灰叶剑麻**、**番麻**、**马盖麻**、**假菠萝麻**、**龙舌兰杂种11648**等。其中以剑麻和龙舌兰杂种11648最重要。主产国为巴西、坦桑尼亚、肯尼亚、马达加斯加等，中国以台湾、广东、广西、福建等省（自治区）较多。　（卢浩然）

麻纤维（bast fiber）　**麻类作物**茎中的韧皮纤维和叶片或叶鞘中的叶纤维的总称。韧皮纤维有初生纤维和次生纤维，初生纤维产生于初生韧皮部，次生纤维产生于次生韧皮部。但苎麻的初生纤维是中柱鞘纤维。仅在其茎的下部有次生纤维。而**黄麻**、**红麻**、**苘麻**茎中次生纤维比较发达。次生韧皮纤维比初生韧皮纤维要短些，细胞壁木质化，而初生韧皮纤维很少木质化，纺织用价值较高。龙舌兰麻等叶纤维作物，其纤维产生于叶片的维管束。纤维束分层分布在海绵组织内，维管束的一侧或两侧有纤维束。蕉麻的纤维束存在于叶鞘中。龙舌兰麻、蕉麻等单子叶植物的维管束及纤维束一般顺叶脉呈直线分布，较少有细弱的横穿连结，而黄麻、亚麻、大麻等双子叶植物的纤维束则形成网状。

麻类作物中纤维细胞都是同型的，只在外形、长短、化学成分及构造细节上有差异。单纤维为厚壁的长形细胞，两端封闭而中空。在生长初期，细胞腔内含有多核的原生质体。当纤维细胞成熟以后，原生质体消失。苎麻呈单纤维分布。多数韧皮纤维作物的纤维在茎中成束分布，被薄壁细胞间隔。经初加工，皮层薄壁细胞解体，而纤维束或单纤维被分离出来。

不同麻类纤维细胞横切面的形状以及纤维细胞长度是不同的。如黄麻、红麻为多角形，长度为1～5毫米，而苎麻为圆形或不规则形，一般长度为60～250毫米。苎麻由于单纤维长而分散，强力大，以单纤维形式作为纺织原料，黄麻、红麻、青麻、亚麻、大麻等因纤维较短，以束纤维作为纺织原料。

麻类纤维在构造上具有共同特征，一般成熟纤维细胞壁是成层的，有竖纹和横节。成层表现在纤维横切面上有同心层状构造，竖纹是指在外表上具有轴向的密集斜线，横节即横向的条线。纤维细胞的发育分伸长和胞壁加厚两个阶段，但并不截然分开，发育前期以伸长为主，后期以加厚为主。麻类纤维的物理性质，以纤维长度、细度、强度、弹性、摩擦力、抱合力、吸湿性、保温性、染色性等。化学成分，包括纤维素、半纤维素、果胶、木质素、脂肪和蜡质等。这些成分因种植条件、收获期，以及栽培地区的生态条件的不同而有差异。

参考书目

李宗道著:《麻作的理论与技术》,上海科技出版社,上海,1981(二版)。

Cathing, D. and J. Grayson, *Identification of Vegetabel Fibers*, London, 1982.

(李宗道)

马齿玉米 见玉米类型。

马盖麻 (cantala) 龙舌兰科龙舌兰属的一个种,学名*Agave cantala* Roxb.,多年生草本,又名亚洲马盖麻、狭叶龙舌兰麻。纤维称马尼拉马盖 (Manila Maguey),原产印度东部。印度尼西亚、菲律宾等热带国家均有分布。1901年从菲律宾传入中国福建省,1902年从美国传入台湾省。福建、广东、广西等省(自治区)均有分布。以福建省南部滨海种植较多。由于马盖麻产量较低,叶缘有刺,加工不便,迄今无大面积种植。

叶片少,绿至灰绿色。狭长,长130~150厘米,宽6~9厘米,边缘有暗褐色钩刺。开花期5月至6月,圆锥花序,轴高4~8米。花淡绿色,花蕾较大,长约8厘米。雌、雄蕊上有紫红色小斑点,花药长约2.5厘米,子房长约2.5厘米。蒴果花后不脱落。耐寒力和抗斑马纹病能力中等。体细胞染色体90个(基数30),为三倍体,自然授粉不结果,杂交后代不育。生命周期6~10年,长叶250~300片,单株年长叶35~45片,纤维率5~6%,最高可达7~8%。每公顷产干纤维1 800~2 300千克。纤维洁白、细长,束纤维长约130厘米,强力76~77千克/克·300毫米。

叶汁含海柯吉宁、新替柯吉宁 (Neotigogenin)、芰脱吉宁(Gitogenin)、绿莲吉宁(Chlorogenin)、曼诺吉宁(Manogenin)等多种皂甙元,可制造贵重药品。

(曾友梅)

马合烟 见黄花烟。

马铃薯 (potato) 茄科茄属马铃薯栽培种*Solanum tuberosum* L.,为一年生草本块茎植物。别名土豆、洋芋、山药蛋、荷兰薯等。块茎富含淀粉,主要作粮食、蔬菜和饲料,也是轻工业、化学工业和食品工业的原料。

起源传播 马铃薯所归属的马铃薯组(potota)基上生节亚组(Hyperba-sarthrum)的植物产于美洲大陆,已查明的有160多个种。考古发现,秘鲁和靠近秘鲁边界的玻利维亚蒂阿胡安柯 (Tiahuanco)地区在公元4世纪就有马铃薯形象的陶制品,证实当时已有马铃薯栽培。

马铃薯有两个起源中心(见图1),一是南美洲哥仑比亚、秘鲁、玻利维亚安第斯山区以及乌拉圭等地。其中栽培种最大的变异中心为秘鲁和玻利维亚交界处的"的的卡卡"湖(Lake Titicaca)高原盆地。南美洲的野生种只有无茎种*S. acaule* 为四倍体其余均为二倍体。另一个起源中心在中美洲及墨西哥,主要分布着具有染色体倍性系列的野生种,即2n=24、36、48、60和72等种,而没有栽培种。

马铃薯是南美洲的古老作物。1570年西班牙人首先从哥伦比亚的波哥大(Bogota)将安第斯亚种带回西班牙。其后于1586年又有人从南美洲传到英格兰。西班牙引入的马铃薯逐渐扩散到欧洲大陆和部分亚洲国家。葡萄牙和意大利是最早从西班牙引进马铃薯的国家。维也纳的C.克拉萨斯(Clusius)于1587年从意大利得到块茎,次年分寄德国和奥地利的许多植物学家。17世纪末已传播到欧洲许多德语国家。瑞士植物学家C.鲍兴(Bauhin)在16世纪晚期从克拉萨斯处引入块茎,并在1600年前后输入法国,由于法国南部秋季气候较适宜,17世纪中叶就有大量栽培。18世纪末到19世纪初东欧也已普遍栽培。英格兰引入的马铃薯逐渐传到苏格兰、爱尔兰和威尔士,以及部分北欧国家,并进一步传至多数英国殖民地。日本长庆期间(1596~1614)由荷兰人将马铃薯引入长崎。俄国彼得大帝在17世纪末曾由荷兰引入马铃薯,但在这之前俄国南部已经习用了马铃薯的德语名称"kartoffel",表明俄国早期的种植马铃薯来源于德国。1765年俄国通过皇家法令分送各地试种,加快了在国内的发展。1621年北美洲大陆首次通过百慕大(Bermuda)从英格兰引进马铃薯到弗吉尼亚。其后1719年又由爱尔兰移民带入新英格兰,故美国称马铃薯为爱尔兰马铃薯(Irish potato)。18世纪后期美国又多次从英格兰和爱尔兰引进马铃薯。

据考证,中国最早传入马铃薯的途径可分南北两路。北路首先传至北京地区。明代万历年间,蒋一葵著《长安客话》称北京的"土豆绝似吴中落花生及番芋",证明16世纪末期北京已有马铃薯栽培。清代初年(约1680年)康熙《畿辅通志·物产》记载有"土芋一名土豆,蒸食之味如番薯",说明17世纪80年代以前,马铃薯已由北京地区发展到河北省了。过去有关学者主要注意了马铃薯从南路的传入,即西班牙或荷兰殖民者在侵略中国台湾省时(1557~1661)将马铃薯传入。据荷兰人约翰·斯特鲁斯(John Struys)的报道,1650年在台湾省见到马铃薯栽培。后来又将马铃薯传至中国大陆沿海的广东及福建两省。该地区至今仍称马铃薯为"荷兰薯"。根据以上史实,北路传入的马铃薯可能早于南路。

马铃薯之名,最早见于1700年福建省的《松溪县志》,书中对马铃薯的性状作了概括描述:"菜依树生,掘取之,形有大小,略如铃子,色黑而圆,味苦甘"。1755年河北省的《祁州志》、1773年湖北省的《郧西县

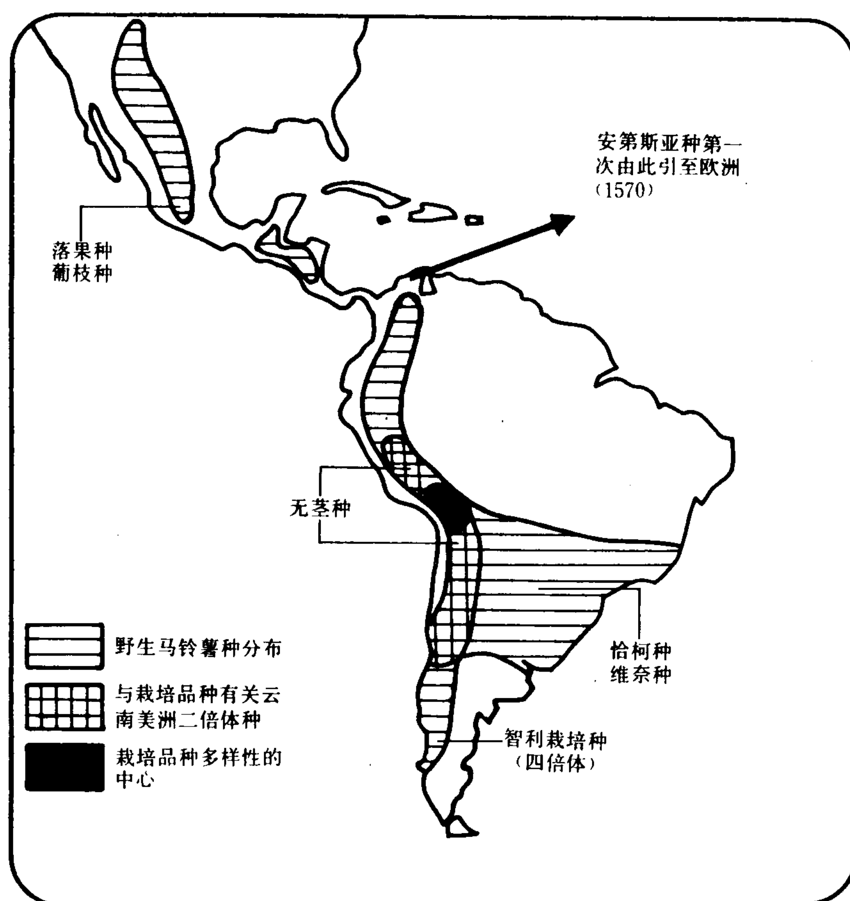


图 1　茄属结薯种原产地分布

志》等地方志也有记载。1848年吴其濬在《植物名实图考》中列有阳芋条，并概括地介绍了当时在滇、黔、晋、陕等省已有种植。19世纪出版的东北、西北、华北、西南及中南等十余个省(自治区)的51种地方志均有关于马铃薯的记载。马铃薯引入中国四百多年后已遍及全国。

生产概况　马铃薯在世界粮食作物生产中无论总产和面积均仅次于小麦、水稻、玉米和大麦。据联合国粮农组织1986年的生产年鉴统计：总收获面积为2 004.6万公顷，总产为30 854.8万吨，单产为15 392千克/公顷。世界五大洲共129个国家和地区均有栽培，主产国为苏联、中国和波兰，三国面积之和占总面积63.3%；产量之和占总产的55.5%。中国的马铃薯收获面积和总产量均占世界第二位。四川、甘肃、内蒙古、黑龙江、陕西和山西这6个省(自治区)的收获面积和总产量分别占全国总收获面积的62.5%和总产量的60.8%。中国马铃薯分布较广，各省(自治区)均有种植。1949年以来栽培面积有较大发展，以1978年的为最大，比1950年增加213.8%。1986年比1950年增加105.8%。1986年马铃薯种植面积见表。

1986年中国马铃薯种植面积分布

地　区	面　积 (kha)	地　区	面　积 (kha)
四　川	422.7	宁　夏	35.5
甘　肃	245.9	青　海	31.0
内蒙古	227.1	辽　宁	25.5
黑龙江	221.5	湖　南	24.1
陕　西	218.9	浙　江	20.5
山　西	208.5	广　东	13.2
贵　州	206.8	新　疆	8.6
云　南	188.1	台　湾	2.0
湖　北	168.9	西　藏	1.7
河　北	104.5	北　京	0.9
吉　林	97.5	全国合计	2 473.4

形态特征　马铃薯为根浅、叶密、分枝适中的矮株作物。株型有直立、扩散和匍匐三种。

根　用种子繁殖的实生苗为直根系，分布呈锥形（见图2）。用块茎繁殖的为须根系，匍匐茎周围着生4～5条须根（见图3）。根系主要分布在土壤耕层10～40厘米处，根深可达60～70厘米，伸展范围在45厘米左右。根系的伸展与品种、土壤及栽培条件有密切关系。

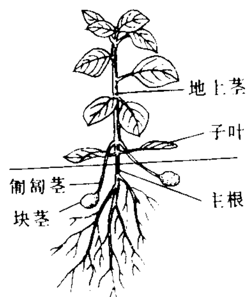


图 2　马铃薯实生苗的根系

茎　有性繁殖的实生苗只有地上茎，无地下茎。其匍匐茎由近地表叶腋处抽出伸入地下结块茎（见图3）。无性繁殖的有地上茎、地下茎、匍匐茎和块茎。地上茎是由从块茎上芽眼萌发出的枝条，其地上部分为地上茎，地下部分为地下茎。茎的横断面节处为圆形，节间为三棱或四棱形。在茎棱上生有突起的茎翅。茎翅分直翅和波状翅两种，是识别品种的特征之一。地上茎多呈绿色，也有呈紫色或褐色的。早熟品种茎高60厘米左右，分枝部位高，分枝短又少；中晚熟品种茎高80～100厘米左右，分枝部位低，分枝长。地下茎一般有6～8节，每节着生1～3条匍匐茎，其先端膨大，形成块茎。

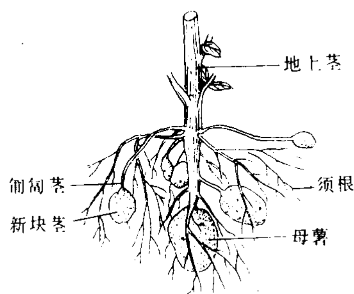


图 3　马铃薯块茎繁殖的根系

块茎与匍匐茎相连结的一端为脐，相反的一端叫顶部，芽眼从脐部到顶部呈螺旋式地分布，其顺序与叶序相同。芽眼在薯顶部分布较密，顶芽发芽势较强，可早出芽7～10天，这种现象叫顶芽优势。芽眼向脐的一侧有一条突起的线称芽眉。芽眼中居中者为主芽，两侧为副芽，副芽两侧还可生不定芽。主芽先萌发，当其受到损害，则副芽和不定芽开始萌发。块茎皮色有黄、白、红、紫，还有红皮白芽眼或白皮红芽眼的。块茎表面分布许多皮孔，是与外界交换气体的孔道（见图4）。块茎横切面由外及内，则为周皮、皮层、维管束环、外髓及内髓（见图5）。

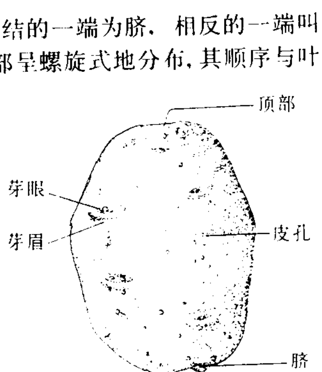


图 4　马铃薯的块茎

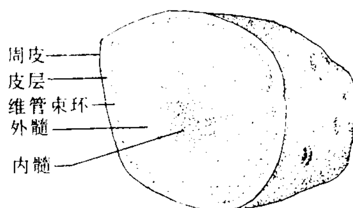


图 5　马铃薯块茎的横切面

叶　初生叶为单叶、全缘，以后逐渐形成奇数羽状复叶。初生叶颜色较深，叶背面常呈紫色，叶面上茸毛密集，随着植株的生长，茸毛逐渐变稀，叶背紫色变浅。羽状复叶由顶小叶和3～7对侧小叶，以及侧小叶之间若干次生小叶组成。一般顶小叶略大，分卵形、倒卵形、圆形、椭圆形或长春藤叶形等。羽状复叶基部接近主茎连接处生有一对托叶，托叶有叶形、镰形或中间形（见图6）。

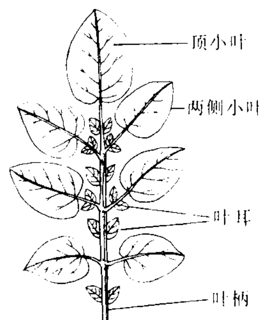


图 6　马铃薯的叶

花　为分枝型聚伞花序，有些品种花梗分枝短缩而成简单的伞形花序。花柄细长，其上有一圈突起的环称为离层环，也称花柄节，是花果脱落处。离层环多为绿色有时呈紫色。花冠合瓣，并有星状色轮，少数品种有内重瓣或外重瓣，颜色有白、红、紫、蓝等，雄蕊5枚，雌蕊1枚（见图7、8）。

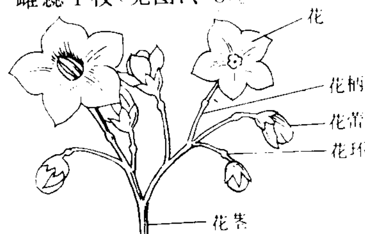


图 7　马铃薯的花序

果实与种子　浆果呈圆球形，果皮多为绿色或稍带紫色，成熟浆果淡绿色，顶部发白。子房一般2室或3室，含种子100～300粒，也有不结种子的果实。种子很小，千粒重为0.4～0.6克，呈扁平卵圆形，多为浅褐色，也有土黄色（见图9、10）。

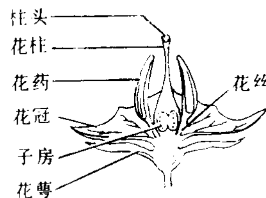


图 8　马铃薯花的纵切面

对环境条件的要求　马铃薯性喜温凉，喜光，耐干旱，适应性广。

温度　块茎通过休眠后，气温超过5℃便开始萌发。在10厘米深处的地温稳定在7℃时即可播种，10～

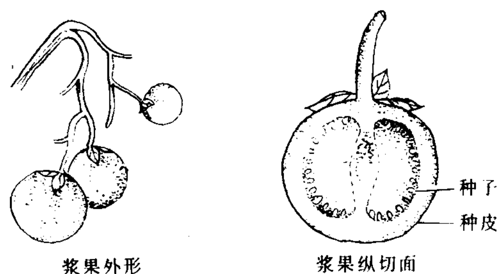


图 9 马铃薯的果实

13℃时出苗快。茎叶生长适宜温度为21℃。气温在25℃以上时生长缓慢，29℃以上时呼吸作用增强，养

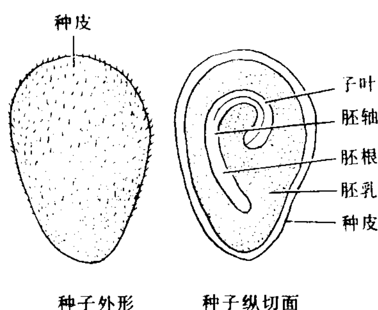


图 10 马铃薯的种子

分被大量消耗，造成营养失调而停止生长。气温降到7℃以下，茎叶停止生长，降到0℃以下时植株受冻死亡。块茎对温度的反应比茎叶更为敏感。结薯层地温低于0℃或25℃以上时块茎膨大缓慢，气温高达29℃以上时停止膨大，以15～18℃为最适宜。降到－1℃时块茎即受冻害。

光照 马铃薯是喜光作物，光照充足有利于生长发育和开花结实，受光不足影响正常发育和光合产物的形成。每天日照10小时块茎对茎叶的比率最高，但绝对产量较低；每天日照13小时左右块茎的收获量最高，块茎与茎叶之比多在1.5:2之间；每天日照在15小时以上，则茎叶非常发达，而块茎的产量则相对反趋下降。马铃薯对日照长短的反应因品种熟性而异，一般早熟品种对日照的长短反应不敏感，而中晚熟品种对日照长短的反应则非常敏感。所以在北方高纬度地区日照时数可长达19小时的条件下，早、晚熟品种均可栽培，而在南方低纬度地区栽培中晚熟品种，因得不到长日照而提早成熟。一般在短日照条件下，植株的光合作用加强，光合产物运输加快，有利块茎形成，这是中晚熟品种在南方提早结薯的原因之一。

水分 马铃薯植株正常发育的土壤湿度以土壤最大持水量的60～80%为宜。每形成1千克块茎干物质耗水400～600千克。苗期需水量占整个生育期需水量的5%，团棵至开花期为30%，开花到成熟期为65%。

土壤 马铃薯对土壤要求不严，但以疏松而富含有机质的土壤为宜。在砂壤土中栽培比在粘土中淀粉含量高，腐烂病害较轻，且结薯多，块茎大。在弱酸性土壤上发育良好，其适应范围为pH4.8～7.1之间，以pH5.5～6.5为宜。在碱性土壤中栽培易发生疮痂病。块茎的产量随土壤溶液中氯离子含量的增高而降低。

养分 马铃薯是高产块茎作物，需肥多，吸钾量大。氮、磷、钾的吸收比例约为2:1:4。每形成100千克块茎需吸收氮5千克、磷2千克、钾10.6千克。不同生育时期吸肥量有所差异，幼苗期吸收氮、磷、钾分别占总吸肥量的6%、8%和9%；发棵期分别为38%、34%和36%；结薯期分别为56%、58%和55%。

营养成分 马铃薯鲜块茎中含有干物质25%左右，淀粉占鲜块茎重的8～29%，平均为17%左右。1千克块茎可产生1 108千卡热量，含碳水化合物246克、蛋白质16.8克、脂肪6.2克、粗纤维12.4克、维生素A 0.08毫克、维生素B_1 0.88毫克、维生素B_2 0.26毫克、维生素B_5 3.6毫克、维生素C 140毫克、钙96毫克、钾10.6毫克、磷520毫克、铁80毫克。从单位面积生产量加以比较，除脂肪含量较少外，蛋白质、碳水化合物、铁和维生素的含量均显著高于小麦、水稻和玉米。

马铃薯茎叶中含纯氮0.49%，纯磷(P_2O_5)0.16%，纯钾(K_2O)0.42%，一般每公顷可收获茎叶1.5～2吨，相当于纯氮75～110千克，纯钾24～36千克，纯磷64～95千克，因而它的茎叶可沤肥还田。

参考书目

Harris, P. M. (Edi.), *The Potato Crop*, Chapman & Hall Ltd., London, 1982.

（杨洪祖 滕宗璠 以 凡）

马铃薯病害 (potato diseases)

马铃薯在生育期间、块茎运输和贮藏过程中，因寄生物的侵染使其生长发育受阻，块茎霉腐或因不良环境条件引起的生理活动异常，导致块茎产量降低等损害。

世界已报道的病害近百种，常见的30多种。在中国发生的约40种，较普遍的15～20种。以寄生物引起的侵染性病害为主。其中真菌、细菌引起的病害毁灭性最大，病毒、类病毒和类菌质体为续发性侵染，为害也很严重，生理性病害较少发生。

马铃薯的主要病害在世界各地普遍发生。晚疫病在1845～1846年几乎毁灭了爱尔兰的马铃薯，造成英国的大饥荒。1950年在中国河北和山西省北部发生严重，使马铃薯减产70～80%；20世纪60年代后期到70年代中期，甘肃、宁夏、青海等省(自治区)的马铃薯，因环腐病流行而减产30～50%。在许多国家，病毒病成了马铃薯增产的限制因素。

真菌病害

晚疫病 *Phytophthora infesfans* De Bary。分布全世界，北温带潮湿冷凉地区流行严重。中国主产区年年发生，时有流行。为害症状：叶上表

现呈淡褐至黑褐色病斑，叶背、叶面病斑处或其外缘出现绒毛状白色霉轮，叶片呈水渍状，严重的全株枯死，状如开水浇烫。块茎罹病，初为皮色变褐，继而延伸到皮下组织，呈淡褐至褐色病斑。冷凉、潮湿气候有利其传播侵染，干燥炎热条件限制其发展。

早疫病 *Alternaria solani* 马铃薯上最常见之病害，分布广而为害不重。受害叶片初表现褐色小点，后逐渐扩大成近圆形而有同心轮纹或不规则的角斑。潮湿时病斑上形成绒毛状黑霉。重的叶片凋萎、干枯。块茎罹病，外皮出现黑褐色微凹陷的圆形或不规则病斑，斑缘清晰，其下薯肉变黑褐而干枯。

轮枝菌萎蔫病 *Verticillium albo-atrum* 别名黄萎病。欧洲、美国、加拿大、以色列及中国青海、四川等省有发生，严重的减产20%。病株或局部侧枝的叶丛自下而上渐次萎蔫枯黄。重者病株矮化、早枯；茎、匍匐茎和块茎的导管组织色变。

粉疮痂病 *Spongospora subterranea* 又称粉痂病。局部地区发生，灰化沼泽土上尤为严重，系世界检疫对象之一。中国福建、广东、湖北、湖南、云南、贵州、甘肃等省局部发生。主要为害植株地下部位。受害块茎其表面被覆一层高低不平，浅色的水泡，内有松散的深褐色粉末；根部受害，产生豆粒大小的瘤状物。

癌肿病 *Synchytrium endobioticum* 为害严重，系世界检疫病害之一。冷凉、湿度大的地区发生严重，主要发生在欧洲、北美洲、南亚及中国。中国在20世纪70年代发现，但仅局限于四川、云南、贵州三省接壤的高海拔地区。主要为害块茎和匍匐茎，严重时地上部也受害。受害块茎从芽眼处开始组织畸形增长，形成肿瘤，初期为白色，后由灰褐色变黑色瘤；严重时整个块茎变成大肿瘤，造成绝产。

干腐病 已知病原至少有镰刀菌的8个种，常见者为*Fusarium coeruleum*。长途运输、贮藏和加工过程中经常发生的病害，温度10～25℃时发病严重。受害块茎表现为病部微微凹陷、颜色污暗，病斑之下薯肉呈灰褐至深褐色干腐。有时随着病害的逐步发展，患病薯皮表现轮环状皱缩，薯肉局部或全部干腐。

此外，还有黑痣病 *Corticium solani*、镰刀菌萎蔫病（枯萎病）*Fusarium oxysporum* f. sp. *tuberosi*、皮斑病 *Oospora pcestulans* 等。

防治真菌病害的主要措施有：种植抗病品种，选择健薯作种，喷洒农药保护，实行严格检疫，加强贮藏管理及进行有效轮作等。

细菌病害

普通疮痂病 *Streptomyces scabies* 通称疮痂病。分布甚广，几乎每个种植马铃薯的国家皆有；在中国普遍发生。疮痂病主要为害块茎，地下根、茎偶而发生。感病块茎最初表现褐色小斑，后逐渐扩大，形成疮痂状病斑；严重的整个块茎表面布满疮痂，降低商品价值，又易引致其他病菌入侵而造成腐烂。在碱性土壤上尤为严重。

环腐病 *Corynebacterium sepedonicum* 分布很广，毁灭性较大的世界性病害之一。在中国几乎遍布各地，时而造成严重损失。典型症状表现为植株的局部或整株萎蔫、块茎沿导管环开始腐烂。严重时，皮层与髓部分离，外皮龟裂，以至整个块茎腐败。主要通过病薯和健康薯接触传染。

青枯病 *Pseudomonas solanacearum* 别名褐腐病、细菌性萎蔫病。在热带和亚热带分布较广，毁灭性甚大。中国主要发生在长江流域及南方各省（自治区）。最初的症状是在一天最热之时，患病植株分枝基部叶片表现萎垂，夜晚则恢复正常；4～5天后全株萎蔫，呈灰绿色；块茎和匍匐茎的导管组织变淡褐色，亦可挤压出菌液。主要通过块茎和土壤传病。

黑胫病 *Erwinia carotovora* sp. *atroseptica* 又名黑褪病。发生于田间的植株和贮藏期间的块茎。凡是种植马铃薯的地区，几乎都有这种病害；一般不严重，个别情况下可使马铃薯减产20～30%。受害植株表现为不同程度矮化、褪绿萎黄，茎的地下部位腐烂变黑，有恶臭气味。受害块茎由脐部向髓部逐渐发展，变黑腐烂。高湿、低温有利于病害的发展。产生黑胫病的菌原也可使块茎产生软腐病。

细菌病害的主要防治措施有：严格实施检疫条例，禁止从疫区调种建立无病留种田，选健康留种薯。实行整薯播种，避免切刀传染。清除田间病枝烂薯，减少致病菌原。利用非茄科植物进行轮作，及切刀和盛器的药液消毒等。

病毒病、类病毒和类菌质体 全世界所有马铃薯产区普遍发生的一类病害，是限制马铃薯增产的主要障碍。在中国，病毒病普遍发生，已被发现的有十几种；个别地区使马铃薯减产50%以上。

普通花叶病 由PVX所引致。又名轻花叶病，是马铃薯最普遍的病害之一。损失程度因品种和病毒株系而异，重者达45%。典型症状表现为脉间花叶，即叶肉色泽浓淡不一的斑驳。PVX有许多株系，不同的株系与品种相结合，有的产生顶端坏死，进而产生部分或整株枯死，以及块茎坏死。自然界通过接触传染，罹病种薯是传病的主要途径。

重花叶病 由PVY所引致。易于传播，减产严重。当与其他病毒复合侵染时，减产可达80%。发病初期，顶部叶片和叶脉产生斑驳，继则发展成叶脉坏死，并沿叶柄蔓延到主茎，产生褐色条斑，以至全叶坏死，垂挂于茎上；有时顶尖叶片枯死，故又有叶脉坏死、条斑花叶、顶端坏死和垂叶坏死之称。自然条件下靠接触和蚜虫传染。

皱缩花叶病 通常由PVX＋PVY的复合侵染所

引致。但PVX+PVM、PVX+PVS、PVA+PVY、PVS+PVM等，也引起皱缩花叶。分布广泛，为害严重，减产程度因品种和病毒组合而异，一般在20～80%范围。病株节间缩短，不同程度矮化，叶片变小，叶面皱缩不展，并有坏死黑斑。严重者，全株提早枯死。

卷叶病 由PLRV所引致，分布较广。减产程度因品种和罹病状况而有不同，轻者甚微，重者可达40～70%。初侵染时，多为植株上部受害叶片先褪绿，继而向上卷曲，质地变脆；续发侵染表现不同程度的矮化、褪绿和由下部渐次向上蔓延的卷叶，有些品种兼有紫红色叶缘；严重者全株叶片卷成筒状，出现坏死斑，导致早枯。有些品种表现块茎组织的网状坏死。自然条件下通过蚜虫传播，桃蚜为其主要传毒者。

纺锤块茎 由类病毒PSTV所引致。分布甚广，欧洲、美洲、亚洲各国皆有发生；在中国亦为马铃薯重要病害之一，轻者减产约30%，重者减产约80%。病株呈向上性生长，分枝与主茎间角度变小，叶丛趋于浅灰绿色，小叶变窄而有重叠之势。块茎变长，外皮粗糙，呈纺锤形，芽眼平浅而时有突出。PSTV靠汁液接触传毒。

紫顶萎蔫 通称紫顶，由紫菀黄化（Aster Yellows）类菌质体引致。该菌质体由叶蝉传病。病株枝条顶端生长阻滞，幼小叶向上卷曲，变僵硬，褪绿或边缘呈紫色则依品种而定；发出的腋芽可形成气生块茎，顶端、茎基部和块茎出现韧皮部坏死。

其它常见的还有轻花叶（PVA）、潜隐花叶（PVS）、副皱缩（PVM）、黄斑花叶（PAMV，F/G）、矮缩病（Pstv）、黄矮病（PYDV）、茎杂色（TRV）、花束病（TBRV）、杂斑病（AMV）、块茎皮斑病（ABC）、绿矮病（BCTV）、畸形花叶病（PDM）、蓬顶病（PMTV）、丛枝病（类菌质体）、束顶萎蔫病（类菌质体）等等。

主要防治措施有：利用分生组织培养进行脱毒，实现种薯脱毒化；选择高寒地区进行留种栽培；早收留种或二季作留种；采用耐（抗）病品种；田间株选留种；喷药防杀传毒昆虫等。

线虫病 在欧洲和南、北美洲的某些地区，线虫病是马铃薯较严重的一类病害。其中有发生在北欧、南美秘鲁的安第斯山区和美国、加拿大的金线虫*Heberodera rostochiensis*、美国和加拿大的根瘤线虫*Meloidogyne hapla*和*M. incognita*，英国、美国、加拿大等国的马铃薯线虫腐烂病*Ditylenchus destructor*以及美国的斑结线虫*Pratylenchus penitrans*；*P. pratensis*。在中国四川、山东二省报道的有根线虫病*Heterodera schachtii*、根结线虫病*Meloidogyne* spp.和线虫病*Pratylenchus partensis*。

主要防治措施有：实行检疫措施，限制虫区扩大；进行轮作，消灭土壤虫体；药剂熏蒸土壤，毒杀虫源和夏季浅耕以消灭杂草寄主。（叶 飞）

马铃薯虫害（insect pests of potato） 由节肢动物主要是昆虫的侵袭造成对马铃薯的叶、茎、根和块茎的危害，使块茎产量降低或品质变劣。马铃薯卡罗拉多甲虫、块茎蛾和二十八星瓢虫为专食性马铃薯害虫。一些杂食性害虫，在大量发生的年份，也为害马铃薯。如金针虫（叩头虫的幼虫）、蛴螬等，蚜虫虽直接对马铃薯为害不大，但能传染病毒。

马铃薯卡罗拉多甲虫 *Leptinotarsa decemlineata* Say 美国、加拿大和墨西哥为此虫的发源地，为害严重。以食叶为主，随后也食叶脉、叶柄，仅剩下茎或茎的基部。该虫为世界害虫重点检疫对象之一。

块茎蛾 *Phthorinaea operculella* 遍布欧、亚、美、非和大洋洲共50多个国家。中国的云南、贵州、湖南、湖北、广东、广西、江西、安徽、河南、陕西、甘肃、四川、山西等省（自治区）皆有。北方一年4代，南方6～9代不等。初孵幼虫，四散为害。田间可潜叶蛀食，贮藏期间则蛀入块茎吞食，造成弯曲隧道，严重影响产量和品质。系国际上检疫对象之一。

二十八星瓢虫 *Henosepilachna vigintioctomaculata*又名马铃薯瓢虫。主要发生在中国、朝鲜、苏联和印度等国。中国发生在河北、山西、山东、辽宁、吉林、黑龙江、河南、甘肃、江苏、江西、广东、湖南、四川、内蒙古、福建、台湾等省（自治区）。此虫啮食叶肉，严重时全株叶肉吃光，仅剩叶脉。减产严重。成虫越冬，每年发生2～3代。

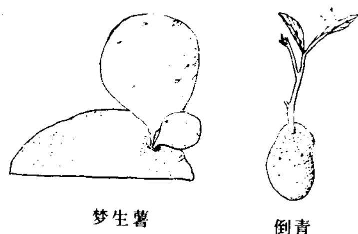
蛴螬系大黑金龟子、黑绒金龟子、铜绿金龟子、小云斑鳃金龟等幼虫的统称。蛴螬主要为害马铃薯的根、匍匐茎和块茎，根被咬断，造成死苗；块茎被啃食成孔洞，土壤潮湿时引致病菌侵染而造成腐烂。

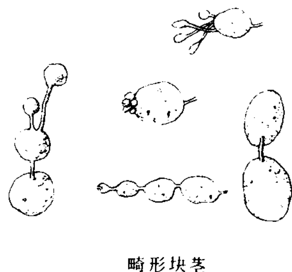
主要防治措施是对危险性害虫实施检疫条例，防止疫区扩大，进行深耕灭茬，打破虫体越冬场所；人工捕杀或性素诱捕，可消灭蛴螬大量幼虫；锌硫磷乳剂或甲基异柳磷乳剂拌种，土壤处理以消灭蛴螬，敌百虫、亚铵硫磷乳剂或敌敌畏乳剂喷洒植株，防治二十八星瓢虫。（叶 飞）

马铃薯的次生（secondary growth of potato） 马铃薯植株生育过程中的块茎和贮藏时萌动的块茎，因外界条件的影响，其自身正常的生理活动进程受到阻碍，在块茎上长出新苗、仔薯和发生突起的异常现象。从而降低产量，影响块茎品质。

次生现象多发生于休眠期短、生育期较长、对温度反应较敏感的中晚熟品种，早熟品种较少发生。在马铃薯生长发育期间，遇高温干旱，可使膨大中的块茎

暂时停顿，周皮逐渐老化，外界条件较好转后，植株重新进行同化产物的积累，然而因周皮细胞内已为木栓质所填充而老化，不能继续增殖，从而在生长点及其附近组织柔嫩部分，即芽眼附近继续增殖，因而形成了各种类型的畸形块茎，如念珠状、乳头状突起、哑铃状等。在高温条件下，发育中的块茎顶部芽眼伸枝长叶，俗称倒青。已渡过休眠的块茎，酶的活性增强，组织内水解程度增大，已具备了萌芽的内在生理条件。如温度偏低，不能满足幼芽伸长的要求，却能促使薯内营养物质向芽内运送，并形成块茎，无论在贮藏期或播种后的黑暗条件下，均可在芽眼处直接形成仔薯，俗称窖冬生、闷生薯或梦生薯（见图）。





马铃薯次生现象

在栽培马铃薯时，注意选用适宜品种，不宜选次生薯作种。种薯低温贮藏，播前种薯提前出窖催芽，适时晚播，播后覆土适中，结薯期加强水肥管理，防止高温干旱等，即可减轻次生现象的发生。

（张　畅）

马铃薯分类 (classification of potato species)　**按马铃薯**结薯习性和其它特征进行归类，集合相近的马铃薯种为系series，相近的系为组section，组下可设亚组subsection，相近的组为属genus的分类系统。结薯的马铃薯种全部分布在美洲大陆，其中许多具有抗病虫或适应极端气候条件的特性，受到马铃薯育种家的重视。

茄属中所有能结薯的种都属于马铃薯组 petota的基上生节亚组Hyperbasarthrum。划入本亚组的种都具有：辐射对称型花器，花梗有节，腺体无分枝或为无腺体的毛，无刺，一般为复叶。其中多数种具有匍匐茎，其顶端膨大为块茎。少数种如胡桃叶系Juglandifolia 和无薯系 Etuberosa的种无匍匐茎和块茎，但基于其它形态特征，仍应入本组。C. M. 布卡索夫(Букасов, 1948) 将马铃薯种分为22个系，含196个种；D. S. 柯雷尔(Correll, 1962) 将马铃薯种分26个系，含159个种；J. G. 霍克斯 (Hawkes, 1982) 将马铃薯种分为18个系，含 164 个种。多数学者支持J. G. 霍克斯的分类。20世纪80年代继续发现一些新的野生种，所以对马铃薯种的数目尚不能作出定论。染色体数分析表明，二倍体种(2n=24)占74%，三倍体种(2n=36)占4.5%，四倍体种(2n=48)占11.5%，五倍体种(2n=60)占2.5%，六倍体种(2n=72)占50%，倍性混合的种有2.5%。

栽培种　栽培的马铃薯种有 8 个，均属马铃薯系Tuberosa Rydl.，但马铃薯系中除栽培种外还有野生种。栽培种中有二倍体、三倍体、四倍体和五倍体之分。三倍体种和五倍体种是不育的，仅靠无性繁殖繁衍后代。8个栽培种如下：

窄刀种*S. stenotomum* Juz. et Buk.　是最早栽培的二倍体种(2n=24)。据J. G. 霍克斯考证，早在公元前2000年即已栽培，可能是其它栽培种的祖先。分布于秘鲁中部高海拔地区，特别在"的的卡卡"湖周围分布密度最大。

阿江惠种*S.* X *ajanhiuri* Juz. et Buk.　二倍体(2n=24)。可能是窄刀种与大顶裂片种(*S. megistacrolobum* Bitt.）之间的天然杂交种。分布在秘鲁南部和玻利维亚北部海拔3 800～4 100米寒冷高地。

多萼种 *S. goniocalyx* Juz. et Buk.　二倍体。据认为是窄刀种的突变体。主要分布在秘鲁中部和北部的高海拔地区，厄瓜多尔到哥伦比亚南部也有分布。

富利哈种 *S. phureja* Juz. et Buk.　二倍体。无休眠期。形态上与窄刀种比较相似。J. G. 霍克斯(1978)认为很可能是从窄刀种通过变异与选择而产生的适应当地条件的类型。分布在委内瑞拉、哥伦比亚、厄瓜多尔、秘鲁和玻利维亚北部的湿润山坡，主要在安第斯山东部，所处海拔比其它栽培种低些，但也可在较高海拔地区生长。

乔恰种 *S.* X *chaucha* Juz. et Buk.　三倍体(2n=36)是马铃薯安第斯亚种*S. tuberosum* ssp. *andigena* (Juz. et Buk.) Hawkes与窄刀种之间的天然杂交种，分布在秘鲁中部到玻利维亚一带的高海拔地区。

久慈普氏种 *S.* X *juzepczukii* Buk.　三倍体。耐霜性极强。是抗寒性极强的无茎种*S. acaule* Bitt.与窄刀种之间的天然杂交种。分布在秘鲁中部向南至玻利维亚南部一带海拔3 350米左右地区。

马铃薯种 *S. tuberosum* L.　含两个亚种，均为四倍体：①安第斯亚种*S. tuberosum* ssp. *andigena* (Juz. et Buk.) Hawkes在南美洲安第斯山地区分布较广。如委内瑞拉、哥伦比亚、厄瓜多尔、秘鲁、玻利维亚和阿根廷西北部。②马铃薯亚种 *S. tuberosum* L. ssp. *tuberosum* L. 是马铃薯种中最重要的一个。最早分布在智利中部偏南地区的沿海一带，分布地区逐年扩大，现已在世界各国栽培，成为主要粮食作物

之一。新型栽培种Neo-tuberosum，是20世纪60年代前期N. W. 西蒙兹(Simmonds，1960、1966)仿效历史上安第斯亚种在欧洲经人工选择，发展为马铃薯亚种的选择过程。从秘鲁、玻利维亚及哥伦比亚等地

马铃薯野生种分类

系名	含有种数	染色体数(x=12)						分布区域
		2x	3x	4x	5x	6x	未定	
胡桃叶系 Juglandifolia	4	4	—	—	—	—	—	中美洲及南美洲西北山区
无薯系 Etuberosa	5	3	—	—	—	—	2	由智利中部向南直至奇洛埃岛及阿根廷
龙葵型系 Morelliformia	1	1	—	—	—	—	—	墨西哥和危地马拉山区森林中
球栗系 Bulbocastana	2	1 (1)	—	—	—	—	〔3〕	墨西哥中部及南部；危地马拉
羽裂叶系 Pinnatisecta	10	6 (2)	—	—	—	—	2 〔3〕	美国可罗拉多州向南至墨西哥中部一带
孔目松系 Commersoniana	5	3 (1)	1	—	—	—	〔4〕	玻利维亚、阿根廷、巴拉圭、乌拉圭、巴西
旋卷叶系 Circaeifolia	2	2	—	—	—	—	—	玻利维亚高海拔的树篱和灌丛中
锥形果系 Conicibaccata	20	5	—	4	—	1	10	由墨西哥向南至玻利维亚湿润山区森林中和其它高雨量地区
多蛙系 Piurana	6	3	—	1	—	—	2	哥伦比亚、厄瓜多尔、秘鲁北部及中部的广泛地区
无茎系 Acaulia	1	—	—	1 〔3〕	—	〔1〕	—	秘鲁、玻利维亚、阿根廷西北部海拔极高地区
落果系 Demissa	7	—	—	—	1 〔1〕	5	1 〔1〕	墨西哥及危地马拉
长梗系 Longipedicellata	6	—	1	5	—	—	〔2〕	墨西哥中部到美国西南部中等海拔高度的干旱高原及山坡
多腺系 Polyadenia	2	2	—	—	—	—	—	因种的不同分布在墨西哥中部及南部干旱多石的小山旁或潮湿的森林中
楔翼系 Cuneoalata	2	1	—	—	—	—	1	秘鲁北部、阿根廷西北部和智利北部干旱的仙人掌沙漠矮树丛中
大顶裂片系 Megistacroloba	12	8	1	—	—	—	3	秘鲁北部和阿根廷西北部荒山上和开阔的山区牧场
大叶系 Ingaefolia	2	1	—	—	—	—	1	秘鲁北部的安第斯山区
奥尔莫斯薯系 Olmosiana	1	1	—	—	—	—	—	秘鲁奥尔莫斯上游兰巴耶克省海拔1 640米的雨林中
马铃薯系(野生种) Tuberosa	68	34 (3) 〔2〕 〔(1)〕	—	1 (1)	—	—	29 〔1〕	除一个种分布在墨西哥外，其余均分布在南美洲安第斯山区及其邻近的海岸地带

注：1.( )内数字表示含有两种以上倍数性的种数。
2.〔 〕内数字表示亚种数。含有种数包括已定染色体数中的亚种数。

广泛搜集适应短日照的安第斯亚种的多种类型，种植在英国长日照条件下，经过五个轮次的轮回选择，培育出适应长日照条件、结薯习性近似马铃薯亚种的类型。为了有别于16世纪引入欧洲经长期人工选择而形成的马铃薯亚种类型，N. W. 西蒙兹称之为"新型栽培种"，具有许多育种价值的性状和特性，基因库较丰富。

短叶片种（*S. X curtilobum* Juz. et Buk.） 五倍体。耐霜性极强。是久慈普氏种的2n配子与安第斯亚种之间的天然杂交后代。分布在秘鲁中部至玻利维亚海拔极高的地区。

野生种 存在于野生状态下的马铃薯种，已被发现的有156个，分属18个系。马铃薯系 Tuberosa Rydb. sa Rydb. 仅含野生种（见上页表）。 （杨洪祖）

马铃薯良种繁育 (potato production)

在繁殖马铃薯品种和优良品系的过程中，采取一定的程序和制度以及有效的技术措施。防止种薯感染病毒及真菌细菌病害，保持品种的纯度和典型性状，防止机械混杂和损伤，以合乎用种标准要求，不断地给生产提供优质良种。

繁育体系 国际上种薯生产和输出占优势的国家是荷兰与加拿大，他们均建立有健全的良种繁育体系。荷兰把种薯生产分为两种六级，即基础种（含S、SE、E三级）和合格种（含A、B、C三级）。基础种相当于中国的原原种和一、二级原种，用于生产合格种的种薯；合格种相当于中国的一、二、三级良种，用于生产商品薯。种薯生产的基本程序是S级→SE级→E级→A级→B级→C级。S级种薯的来源，一是切割茎尖进行组织培养，经检定确认生产出来的无病毒试管苗；二是经检定确认具有品种的典型性状的无病植株所产生的块茎。

中国采用的繁育体系是由原原种生产原种，再用原种逐级生产一级良种→二级良种→三级良种。一般多用三级良种供生产商品薯。原原种均由品种育成单位提供，由原种场繁殖原种供良种场和特约农户按程序繁殖一级、二级和三级良种。原原种的来源，一是采用无病毒试管苗，在无菌操作条件下切段置于三角瓶中加快繁殖，再移入严防蚜虫的纱网棚内栽植，收取其块茎供做原原种；二是采用株行圃进行无性系的连续选择生产原原种。第一年自原原种田中选优良单株2 000～3 000个单株块茎，于冬春在温室内种植，用血清和指示植物鉴定，决定选出无病单株收取块茎；第二年设株行圃，将第一年入选单株块茎播单行，每行5～6株，生育期间全部进行鉴定，按株行淘汰带病无性系，入选优异株行。第三年和第四年仍设单行圃，行长延长、株数增加，继续选优异株行，淘汰带病无性系。第五年将第四年入选的株系设小区繁殖，并进行产量与病害鉴定，决定选出最优小区的株系做为原种。这种措施在北方一作区称之为五年四圃制；在中原二作区、南方二作区和西南一、二季垂直分布区，因一年可播种两季，于三年内即可完成四圃制。

繁育技术 繁育种薯的基本措施有：①利用病毒抗血清和指示植物，以及凝胶电泳等方法，鉴定原原种和原种是否感染病毒，以及感染病毒的种类，并采用茎尖脱毒和茎切割加速繁殖无病试管苗做生产原原种的基础材料；②选择3～4区轮作地作为种薯繁育田，种薯繁育田还应与商品薯生产田保持100米以上的距离；③生产原原种和原种采用整薯播种，块茎直茎为2.8～3.5厘米，以防切刀传染病害；④根据有翅桃蚜迁飞测报早期割秧，实行早收留种；⑤良种田加大行距，保证茎叶在行间不接触摩擦，以防相互传染病毒病，如X病毒、纺锤块茎类病毒等均可摩擦感染。 （程天庆）

马铃薯退化 (degeneration of potato)

在马铃薯生产过程中，连续采用块茎栽培，在感染病毒病害的条件下，会使植株变矮、叶片皱缩、卷曲等异常表现，并导致块茎产量逐年下降，以致失去种用价值现象。

1786年以来国内外对马铃薯退化现象解说不一。生态学说根据温暖地区从寒冷地区调种能增产，提出高温是导致马铃薯退化的原因；营养学说认为在高肥、水条件下生产的种薯较瘠薄条件下优越，是营养条件不良引起种薯退化的；衰老学家说根据幼嫩种薯的产量高于老龄种薯的表现，认为退化是生产上长期用老龄块茎作种薯造成的；病毒学说确认马铃薯退化是由于病毒病造成的，并指出马铃薯可感染许多病毒，利用块茎连年栽培，病毒可通过块茎逐年传播，且病毒能繁殖积累，致使病情越来越重，块茎产量逐年下降。

1955年法国G. 莫勒尔（Morel），用感染病毒的马铃薯进行茎尖培养，获得了无病毒幼苗和块茎。并证明马铃薯植株在无病毒的情况下，能完全恢复品种的特性和产量水平。1956年中国科学院微生物研究所为明确各种因素与马铃薯的退化关系，曾用"男爵"品种的天然实生种子培育的实生苗产生的无病毒种薯，在防虫网室内无病毒条件下，连续种植五年半，经春、秋两季种植11次并未出现退化现象。但采用人工接种X、Y和X＋Y病毒时，在15℃和25℃土温条件下，第二年均出现了病症。块茎产量明显下降，且以X＋Y接种的于25℃下减产极为严重，而未接种病毒的植株块茎产量无显著差异。证明马铃薯的退化是由病毒侵染造成的，温度等因素在无病毒侵染时只是暂时影响块茎产量的生态条件，待生态条件正常时，仍可恢复种性。在无病毒条件下，高温不会导致马铃薯退化。

20世纪50年代植物病理学家 K. M. 史密斯 (Smith) 等明确了实生种子有摒除病毒（类病毒除外）的作用。从而为用马铃薯实生种子生产不带病毒（PSTV

除外)的块茎提供了条件。因马铃薯实生种子的有性生殖过程本身，中断了由块茎积累的病毒来源．所以用实生种子生产的块茎，可起到更新退化块茎的作用。

总之，造成马铃薯退化的主要原因是感染病毒的结果。因而选用抗病毒病的品种，并采用不同的防病措施是解决马铃薯退化的重要手段。

（程天庆）

马铃薯休眠 (dormancy of potato tuber) 成熟的**马铃薯**块茎上潜伏状态的芽生理活动降低，代谢作用缓慢，借以渡过不利其生长的条件，从而保证世代繁衍的遗传特性。

休眠期的长短，品种间的差异很大，一般是指从块茎的生理成熟收获期到自然萌发为止的日期。休眠期过长则影响播期、出苗及产量，过短又会影响贮藏效果。

马铃薯块茎和芽内存在着刺激生长和抑制生长两类物质互为消长的生化平衡。改变平衡的物质，主要有赤霉素和β-抑制剂。赤霉素可活化蛋白酶、核糖核酸酶和α-淀粉酶，加速RNA和DNA的合成，并促进有丝分裂活动，从而打破休眠；β-抑制剂则与赤霉素的作用相反，能抑制α-淀粉酶的活性，并能抑制块茎对氧和磷的吸收，从而控制了与各种物质的分解合成有关的能量传递系统，使芽得不到生长所需要的能量和营养，因而抑制芽的生长，促进了休眠。

播种时要求种薯已渡过休眠。如已到播种季节而种薯尚在休眠，则必须采取相应的措施打破休眠。如应用高温催芽、剥皮、刻伤等物理方法，亦可用化学方法如硫脲、氯乙醇、硫氢化钾或赤霉素溶液浸种。有时因加工或商品薯供应而需延长贮藏期，须强制休眠，抑止发芽。可采用1～4℃低温贮藏(堆温不超过4℃)，采用$Co^{60}\gamma$射线处理，以及采用萘乙酸甲脂处理。实生种子的休眠期与同品种的块茎休眠期一致，但其后熟期较长，且在干燥条件下不发芽。故如应用当年新种子播种，须进行催芽处理，以赤霉素为常用，效果较好。

（张　畅）

马铃薯育种 (potato breeding)　主要利用**马铃薯**实生苗群体的性状分离，按育种目标要求进行单株及以后无性系的人工选择过程。所采用的手段和途径主要是有性杂交、诱变和对无性系的抗病和产量特性等鉴定筛选。马铃薯为四体遗传，变异幅度较大，优良单系入选机率低，因此须在大量的实生苗群体中进行选择，才能达到预期的选择效果。在育种过程中，由于无性繁殖极易感染病毒病害，在选育过程中要求采取必要的**良种繁育**措施。

简史　人类可能首先对块茎形状、薯皮颜色等进行了选择。于16世纪中(约1570年)南美洲短日照型四倍体栽培种安第斯亚种*S. tuberosum* ssp. *andigena* (Juz. et Buk.) Hawkes被引入欧洲以后，在大面积栽培之前，先在其实生苗群体中选择适应在长日照条件下结薯、块茎较大并高产的无性繁殖系。根据文献记载，早在18世纪中期英国、联邦德国、民主德国等已有优良无性系在栽培，并选择出适应当地环境条件的品种。1845～1847年间，欧洲和北美洲由于晚疫病的流行，在以马铃薯为主食的国家中造成大饥荒。这一灾难引起对选育抗晚疫病品种的重视。1885年美国通过驻巴拿马领事从南美洲引入少量的马铃薯块茎，并把其中的一种无性系称为智利紫皮粗(Rouph purple chile)。然后从该品种中获得一些自交实生苗，并选出一个品种，命名为智利石榴红。用智利石榴红与欧洲国家育成的品种进行杂交，选育出一些新品种。如海布隆美人(Beauty of Hebron)、麻皮布尔班克(Russet Burbank)、早玫瑰(Early Rose)、青山(Green Mountain)、丰收(Prolific)和胜利(Triumph)等。其早玫瑰已成为欧洲和北美洲各国选育马铃薯早熟品种的重要亲本之一。1876年育成的麻皮布尔班克仍为加拿大和美国的主要栽培品种。

1910年，由于马铃薯癌肿病在欧洲的发生和蔓延，促进了抗癌肿病育种工作的开展。特别是苏联学者们于1925年开始赴南美洲考察和收集马铃薯种质资源。美国、法国和英国等学者相继分赴拉丁美洲从事马铃薯种质资源的考察和搜集工作，从而丰富了马铃薯品种资源，利用拉丁美洲的马铃薯野生种和栽培种作为杂交亲本育成许多抗病、优质、高产的新品种。

1934年，中国开始有计划地进行马铃薯的引种工作，南京中央农业实验所自英国引入爱德华七世(King Edward Ⅶ)等四个品种。1942年又自美国引入一些品种，种植于四川省重庆北碚中央农业实验所，经鉴定其中以火玛(Houma)、西北果(Sebago)、七百万(Chippewa)和红纹白(Red Warba)等表现较好。先后在四川省成都、贵州省咸宁、甘肃省岷县和陕西省武功试种、推广。与此同时，中央农业实验所于1943～1947年间开展了马铃薯品种间杂交育种工作，选出一批优良品系，如292-20(多子白)、B76-16(小叶子)和B76-43(巫峡)等，并于1947年分送南京和北京等地试种、推广。

1950年东北农业科学研究所(公主岭)自北京引入292-20(多子白)等品系，经在黑龙江省试种、鉴定，1957年定为推广品种，进而在内蒙古自治区、河北省坝上等地区扩大种植，减轻了多年来晚疫病的流行与为害。

四川省农业科学研究所于1954年自苏联引入52个品种。1956年东北农业科学研究所自民主德国引入一批品种。1960年前后通过黑龙江省区域试验，先后推广了8个品种，其中以疫不加(Epoka)、米拉(Mi-

ra）和白头翁（Anemone）在生产上起的作用较大。

1949年以来，中国各地的马铃薯科学研究机构，先后选出优良的马铃薯新品种，有中晚熟品种克新1号、克新2号、克新3号、高原7号、虎头、跃进、晋薯2号；中熟品种丰收、高原5号；早熟品种克新4号、郑薯2号、东农303等。

育种途径

突变体的选择　马铃薯产生体细胞突变率很低，约二十万至五十万分之一，并常产生嵌合体。大多数突变体具有不利的性状而被淘汰，选择罕见的优良突变体，可育成新品种。通过突变体选育的新品种，常以块茎薯皮颜色的突变情况来命名。如从瓦尔巴（Warba）品种的突变体中选育的新品种命名为红纹白（Red Warba）。20世纪70年代末，利用细胞组织培养产生大量愈伤组织，经辐射诱发突变体作为选育新品种的手段。

杂交育种　有性杂交是选育马铃薯新品种的主要途径。19世纪初马铃薯育种主要是采取品种间杂交。自从发现马铃薯一些野生种和近缘栽培种具有价值的特性之后，到20世纪初，各国利用种间杂交相继选育出一些对主要病虫害（如晚疫病、病毒病、线虫等）具有综合抗性的新品种。在品种间杂交育种中所利用的亲本品种都是种间杂种，因而实际上也是种间杂交育种。

原产墨西哥的野生落果种*S. demissum* Lindl.和匍枝种*S. stoloniferum* Schlechtd. et Bche'，某些无性系有对晚疫病过敏型抗性和田间抗性。利用这些野生种与栽培品种杂交，育成了对晚疫病具有高度田间抗性的新品种，如格瑞他（Greta）、多利他（Dorita）等，其中多利他已成为欧洲和北美洲抗晚疫病育种中所采用的主要杂交亲本之一。匍枝种的一些无性系，具有对Y和A病毒免疫的显性基因，以这些无性系为亲本材料，已育成对Y和A病毒具有过敏型抗性的新品种格拉吉利亚（Grazilia）。

南美洲的四倍体栽培种安第斯亚种*S. tuberosum* ssp. *andigena* (Juz. et Buk.) Hawkes具有许多优良经济性状和特性（包括抗病、虫基因）。20世纪60年代末利用安第斯亚种与普通栽培种（即马铃薯亚种）杂交育成了许多抗病虫、高产的新品种。如荷兰、民主德国、联邦德国、英国和美国利用安第斯亚种为亲本育成了一些抗A生物型金线虫的品种阿米克司（Ameks）和尼米亚（Nemea）等。

原始的安第斯亚种为短日照型，极易与马铃薯亚种杂交。但F_1多出现长匍匐枝、晚熟、块茎多而小的无性系，须多次回交。所谓新型栽培种（Neo-Tuberosum），是原始的安第斯亚种（短日型），通过在长日照条件下进行轮回选择而育成的，是适应在长日照条件下结薯并具有安第斯亚种综合基因源的优良无性系。因此，利用新型栽培种与普通栽培种进行杂交，便克服了直接利用安第斯亚种所遇到的困难。

新型栽培种与普通栽培种杂交，F_1杂种具有显著的杂种优势，已为D. R. 格林丁宁（Glendinning，1969）所证实。1980年以来，中国湖北、湖南、内蒙古和黑龙江等省（自治区）的一些科学研究单位，利用新型栽培种与普通栽培种杂交，育成了一些品种，多优于普通栽培种内杂交品种。

双单倍体的利用　利用二倍体栽培种富利哈种*S. phureja* Juz. et Buk.的一些无性系作为授粉者，可诱发四倍体栽培种孤雌生殖，产生双单倍体（2n=24）。双单倍体的花粉很少能育，但许多雌性是能育的。双单倍体间的杂种遗传规律表现为二体遗传。由四倍体栽培种产生的双单倍体生长势弱，但与其它二倍体杂交或双单倍体间杂交，却可产生生长势强的后代。

利用马铃薯双单倍体进行育种的优点，在于能使控制某特性的基因对数较多（两对以上），在杂种后代中显著提高具有理想特性个体的频率。如兼抗马铃薯囊线虫*G. rostochiensis*和*G. pellide*，是受H_1、H_2和H_3三个显性基因控制的。如在四倍体水平上，一亲本为H_1、H_2和H_3单显性，另一亲本为无显性，则在后代中理论上只出现12.5%的个体，具有H_1、H_2和H_3显性基因；如利用具有H_1、H_2和H_3显性基因，并能产生2n配子的双单倍体与无显性的四倍体杂交，按每个基因的传递率为86.7%，则在后代中可出现65%的四倍体，具有上述三种显性基因。提高了出现抗线虫单株的频率约五倍。另一利用双单倍体进行育种的途径，可先将具有H_1、H_2和H_3基因的双单倍体，利用秋水仙碱处理染色体，加倍为四倍体，作为育种亲本与四倍体进行杂交。

在马铃薯野生种和栽培种中，对育种有价值的种多为二倍体种。当利用四倍体栽培种的双单倍体与二倍体杂交，不仅可提高杂交成功率和杂种F_1的孕性，还可简化育种程序，提高理想基因型个体的出现频率。如利用*S. tuberosum*双单倍体与抗寒的二倍体栽培种*S.* X *ajanhuiri*杂交，所获得的杂种经秋水仙碱处理，染色体加倍为双单倍体能耐−3℃的霜冻。

染色体未减数2n配子的利用　在马铃薯二倍体种中，如野生的*S. chacoense*等和栽培种富利恰*S. phureja*。和窄刀*S. stehotomum*等的一些无性系中产生染色体未经减数的2n配子。产生2n配子的机制是受少数隐性基因控制，受纺锤体的平行作用，或在分裂前期同源染色体不配对，而形成染色体未减数的2n配子。由于形成时期不同，又分为第一次分裂重组（FDR）和第二次分裂重组（SDR）的2n配子，二者的差别在于FDR产生的2n配子是同一基因型的。

马铃薯二倍体种能形成2n配子的特性，不仅对研究马铃薯的进化有着重要作用，并且在马铃薯育种工作中也具有实用价值。二倍体种（包括栽培的和野生

的）具有许多有益的经济性状和特性。但二倍体种与四倍体种杂交一般不易成功。如利用产生2n配子的二倍体种与四倍体栽培种杂交则易成功，并获得杂种优势显著的四倍体杂种。也可以采用先在二倍体种中选出可产生部分2n配子的无性系与四倍体栽培种杂交所产生的双单倍体的杂交种，然后筛选出能产生2n配子的杂种无性系，再与四倍体栽培种杂交，产生四倍体杂种。如美国育成的能产生2n花粉的杂种，W5295.7（卡它丁的双单倍体×富利恰）产生2n花粉的频率可达30%。加拿大等国曾引用W5295.7作为杂交亲本，育成一些杂种优势显著的优良品系，参加国际间马铃薯的区域试验，增产显著。

由于未经染色体减数产生的2n配子（FDR），在基因型上是一致的，利用二倍体产生2n花粉和2n卵的优良无性系，进行杂交，则可获得性状不分离，具有显著杂种优势的F_1杂种，为利用杂种实生种子生产种薯开辟了良种繁育的新途径。但如何获得产生高频率2n卵的二倍体无性系，却是国际上将要攻克的问题。

（李景华）

马铃薯栽培（potato culture）　为获得块茎优质高产，根据马铃薯**生长发育**规律和生物特性，结合当地土壤气候条件，确定合理栽培方式，栽培措施，协调供给与需求、个体与群体、地上部与地下部之间的关系，促使茎叶呈丰产长相块茎持续膨大，达到优质高产。应采取的措施有播种前的整地和种薯处理、**播种**、**田间管理**和**收获**等。

整地　土壤的疏松透气有利于**马铃薯**茎叶的生长发育和块茎的膨大。在播种前通过翻、耙、耢、压等农田作业进行整地，根据当地条件作垄或作畦，为播种创造一个良好条件，使土地达到待播种的良好状态。垄作是栽培马铃薯的基本形式，因起垄栽培能增加土壤表面积、空隙度和空气容量，吸热和散热快，昼夜温差加大，有利于结薯。同时垄作有利于排水和灌溉，以防止涝害和干旱。一般做法是前作物收获后及时进行翻地、耙平后起垄，并结合翻地施入基肥，起垄后视土壤水分情况进行轻压或重压。雨水多和低洼易涝地区宜做高垄，干旱地区宜做宽垄。北方春旱区有平播后起垄的，即于秋季前作物收获后进行秋翻、秋耙，将土地整平耙细，贮存秋雨，翌年春开浅沟播种，然后覆土成垄。秋季将土地整平，既可接纳雨水，又可减少水分蒸发，达到保墒。南方和中原二作区有些地方对马铃薯采取畦作，实行集约式的精耕细作管理，畦作的整地是在前作收获后及时翻地，如前作是水稻还要在翻地后晒垡，然后将土壤整平耙细，再依当地条件和需要做成平畦或高畦，等待播种。平畦适于旱区，有利于灌溉；高畦则适于多雨易涝地区，有利于排水。

种薯催芽处理　种薯未渡过**休眠期**（见**马铃薯休眠**）则不能及时出芽，若用于播种则出苗缓慢且不齐。所以，在播种前须打破休眠进行催芽处理。催芽是国际上较普遍采用的增产措施之一。方法有：

困种催芽　是中国东北和华北地区春播马铃薯时所采用的一种最基本方法，有些地方亦称之为"暖种"。做法是，将种薯于播种前的20～30天出窖，堆放在15～20℃的暗室内催芽，促进种薯内部酶的活动，以加速养分分解；黑暗有利薯芽的萌发和生长。当芽萌发长出后，即行切块**播种**。还有的于播种前30～40天将种薯摊放于冷温床内，厚度一般为2～3层，利用日光加温、夜间覆盖草帘保温防寒，促使幼芽萌发，这种方法称为"晒种"。

催绿壮芽　为使马铃薯**生育期**提前，实现早结薯产量高，可先在温暖黑暗处催芽，当顶芽长达0.5～1厘米时，再移置在温度10～15℃和散射光条件下继续催芽，借助低温散光控制顶芽徒长，促使侧芽大量萌发，使幼芽在光的作用下成为绿色或紫绿色粗壮芽，其基部布满瘤状根原基，顶部聚生绿色幼叶，这种措施不仅能彻底打破休眠，而且可提早结薯期，并能显著提高产量。许多国家都采用这一方法。英国和美国称此法为"绿化处理"（Greening），在苏联称为"春化处理"（Яровизация），在日本称之为"浴光芽"，荷兰称为"种薯预措"（presprouting of seed potatoes），在荷兰设有专用的催芽室，室内叠放特制的催芽箱，高达14层以上，设日光灯照射，室温要求15～20℃，使芽绿化而粗壮。

药剂催芽　用化学药剂可迅速地解除休眠，促进发芽。50年代前常用药物有氯乙醇、硫氰化铵（硫脲）和硫氰化钾等。60年代以来，普遍采用赤霉素溶液浸种催芽，其浓度为种薯切块用0.5～1ppm；整薯用10～50ppm，浸泡时间为10～20分钟，捞出种薯后或直接**播种**，或用沙土层积催芽后播种。中国马铃薯春秋二季作区，为使秋播用的种薯（整薯）能在贮藏期间解除休眠，提早发芽，可在春薯收获后、即秋播前1～2个月，用50～100ppm甘油赤霉素液涂抹薯顶或喷射薯块。配制溶液时，甘油与水的比例为1∶4。

播种　是栽培的重要环节，许多丰产措施多综合运用于播种这一环节之中，它包括播种适期、播种方法、合理密度、合理施入种肥、覆土与镇压等。

播种适期　马铃薯生育期间干物质的积累以温度在20℃时最迅速，低于10℃和高于30℃干物质积累量只有20℃时的一半。所以确定播种适期，必须首先考虑把结薯期安排在气温20℃左右的季节，以利块茎的形成和膨大；其次应考虑收获期避开高温雨季。由于地理纬度、海拔、无霜期的差异，造成栽培方式类型的不同，因此各地的播种期亦随当地栽培类型而变化。中国北方一作区，多于4月末或5月初播种；中原二作区，春薯多在3月中旬前后播种，若使用地膜覆盖，

播期可提前到2月中下旬，秋播期在8月中旬前后；南方二作区秋播期从9月下旬至10月下旬，冬播期为1月份；西南山区因海拔高度差异悬殊，马铃薯呈垂直分布栽培，既有一作区，也有春秋二作区，或秋冬二作区，其播期大体上与前述三区相似；云南和贵州等省也有三季串换栽培方式，播期更为复杂，分别为1月中旬、3月上旬和8月初。

播种方法 马铃薯为地下结薯的作物，适于垄作，垄作可提高土壤温度和透气性，又可防涝便于中耕培土和灌溉，有利于块茎膨大。垄作有垄上播、垄下播和平播后起垄等方法。垄距一般50～80厘米。南方多畦作，有高畦、平畦之分，畦的规格也因地而异。播种作业程序是开沟（或挖穴）、下种、施种肥、覆土、镇压。一般覆土厚度在8厘米左右，镇压则视土壤湿度而定，遇旱则重压，土壤湿度大时要轻压或不压。

播种密度 播种时要确定合理的栽植密度，密度过稀结薯块大而少；过密结薯块多而小，都导致减产。确定密度时要综合考虑品种特性、栽培条件和栽培目的等因素，从马铃薯对光能利用情况看，以结薯期叶面积指数达到3～4为适宜密度，一般行距为50～80厘米；株距15～30厘米。掌握密度的原则是早熟品种宜密，晚熟品种宜稀；瘦地宜密，肥地宜稀；在留种田上为获得小整薯，也要增大密度。

田间管理 马铃薯是高产作物，单位面积产量高，每生产1吨块茎，要从土壤中吸收氮5～6千克，磷1～3千克，钾12～13千克，耗水量为50～75吨。根据马铃薯需肥需水特点和高产长相要求，加强田间管理是实现增产的重要措施。

苗前除草 播种后到出苗前约经30天左右，此期间田间杂草滋生，为防草欺幼苗，可及时进行苗前除草，也有用木耢子耢地代替苗前除草的，其作用是将草芽耢出经日晒枯死，保持垄台平整，使出苗整齐。苗前除草还可达到疏松表土、提高地温，促进萌发的作用。

幼苗期管理 从出苗至团棵约需15天左右，此时幼苗较小，根系较弱，且早春气温较低，齐苗后应及时深中耕以提高土温，疏松表土使须根系伸展。尤其对早熟栽培的早熟品种，更应促进幼苗迅速生长。幼苗期尚应追施适量的速效性化肥，其用量应分别占总施肥量的氮6%、磷8%和钾9%，幼苗根系入土不深，吸水力弱、需水量少，耕层内土壤水分能保持田间最大持水量的65%上下为宜。

发棵期管理 从团棵到开花期约经25天左右，田间管理的重点是促进根系发育和地上部植株茁壮生长，要抓紧和适时地进行中耕除草、松土培土1～2次，给地下部创造疏松透气的环境，以利根系生长和促进茎叶繁茂，这一时期植株对肥水的吸收量较大，氮、磷、钾的吸收量分别占总需肥量的38%、34%和36%。故应结合中耕培土追施速效性化肥和有机肥1～2次，并应根据降水和土壤水分状况，掌握灌水次数和灌水量，以土壤水分占田间最大持水量的75～80%为宜。通过这一时期的田间管理，使壮苗稳健地生长为丰产型植株，顺利地达到按预定目标所制定的叶面积指数。

结薯期管理 从开花至茎叶枯黄期，约经56天左右，前35天左右为结薯盛期，其后的21天左右为结薯末期。此期应促进地下部块茎迅速膨大，控制地上部植株不徒长、不早衰，延长结薯盛期而压缩结薯末期。这一时期的需肥量达到顶峰，氮、磷、钾的吸收量分别为总吸肥量的56%、58%和55%，所以在发棵后期和结薯初期，应及时追施一定数量的肥料。除大量元素外，微量元素硼、镁、钙、钼对植株和块茎的生长发育也有良好作用，可在花期前后根据需要喷洒。结薯盛期土壤水分应保持最大持水量的70～80%，而结薯末期则不需过多水分，只保持60～65%即可，末期土壤湿度大，易致块茎感病腐烂。

此外，还应加强病虫害的防治工作（见**马铃薯病害**，**马铃薯虫害**）。在进行中耕培土打药等作业时，均应注意勿损伤茎叶和块茎。

收获 马铃薯以获得优质块茎为基本目的，其收获期则依用途和气候条件而确定。用作长期贮藏的商品薯、种薯和加工用原料，应在茎叶枯黄时达到生理成熟期进行。用作早熟蔬菜栽培，为了早上市则按商品成熟期收获，商品成熟度依各地市场习惯而定，一般块茎直径以不小于5厘米为宜。作种用者应根据蚜虫飞迁测报提早收获以获得高质量的种薯。复种其他作物的田块，要在后作物播种前及时收获。有些地方生育后期多雨，也须早收，以防腐烂，这些都是被迫收获。要在收获前数日停止灌水，做好排水，提前割秧以使土壤干燥。

收获方式分人工、畜力、机械三种。收获时应选晴天，挖掘拾捡装运等各主要作业环节，要避免块茎破伤，注意防止日灼、霜冻和畜禽为害，以保证所收块茎的质量。对收获后的块茎要及时清选分级，清除病烂薯及泥土等杂质，置通风阴凉处，使之干燥，使机械伤口愈合，以利贮藏。

参考书目

克山农业科学研究所主编：《马铃薯栽培技术》，农业出版社，北京，1984。

（蒋先明 张 畅）

《马铃薯栽培技术》（*Techniques of Potato Cultivation*） 总结中国马铃薯栽培经验，介绍马铃薯主要品种和防止马铃薯病毒性退化技术方面的专著。由黑龙江省农业科学院克山农业科学研究所主编，1984年由农业出版社出版。

本书首先论述了马铃薯生产的意义、起源、历史

和分布，马铃薯块茎的生物学特性和中国马铃薯的栽培区划及马铃薯主要品种与良种繁育技术；其次阐述了中国马铃薯栽培制度特点和**间作**、**套种**的成功经验，并总结了具有中国独特之处的“抱窝栽培”、芽栽等栽培技术；再次阐述了**马铃薯贮藏**期间的块茎生理、生化变化，贮藏条件与块茎质量的关系以及贮藏窖的合理结构等；最后概述了中国马铃薯的主要真菌、细菌和病毒病的发生及虫害危害情况与防治措施。

（程天庆）

马铃薯种质资源 (potato germplasm resources)　**马铃薯**的种质，资源材料比较丰富。已知的野生种和栽培种有160多种，分布在北美、中美和南美洲。其中一些种和亚种具有许多有价值的性状和特性。特别是自1960年起对新型栽培种Neo-Tuberosum的利用和在二倍体种中发现了一些由隐性基因控制的能诱发孤雌生殖，自四倍体栽培种产生双单倍体以及在二倍体种中产生2n配子的珍贵材料，不仅对马铃薯种由二倍体进化为多倍体提供了理论和实际的依据，并为马铃薯育种的方法、途径开辟了新的领域。

栽培种　有二倍体和四倍体栽培种，其特性各异。

二倍体栽培种　2n=24，①阿江惠种*S.* X *ajanhuiri* Juz. et Buk. 耐霜冻。②富利哈种 *S. phureja* Juz. et Buk.，早熟、块茎无休眠期。在一些无性系中具有抗青枯病、疮痂病基因，适于作二作区选育抗病、早熟、块茎休眠期短等新品种的原始材料。此外，还具有能诱发孤雌生殖的隐性基因，可充做“授粉者”，诱发四倍体栽培种产生双单倍体（2n=24）。20世纪70年代，从该种的一些无性系中筛选出来经染色体减数形成2n配子的无性系，利用这些材料与四倍体杂交可产生具有较强杂种优势的四倍体杂种，为杂交育种开辟了新的途径。③窄刀种*S. stenotomum* Juz. et Buk.，块茎有休眠期，中晚熟。与富利哈种一样具有产生2n配子和诱发孤雌生殖的隐性基因。

四倍体栽培种　2n=48，马铃薯种 *S. tuberosum* L. 的，马铃薯亚种*S. tuberosum* L. ssp. *tuberosum* L. 与另一亚种为安第斯亚种*S. tuberosum* ssp. *andigena* (Juz. et Buk.) Hawkes的主要区别是在长日照条件下形成块茎。该亚种起源于安第斯亚种，可基于两种截然不同的机会：一是由印第安人部落，自玻利维亚安第斯山区向南迁移，将该亚种带到智利；二是在南美洲的哥伦比亚被西班牙征服后，将安第斯亚种带到欧洲，在长日照条件下经人工选择形成马铃薯亚种。但从马铃薯亚种的起源，不难看出基因库是比较贫乏的。因为最初自南美引入欧洲，只是很少数安第斯亚种的材料，同时由这些材料育成的品种，又由于1845年晚疫病大发生而大量被毁灭，从而造成利用马铃薯亚种的育成品种多为近亲繁殖系，并且杂种优势也不显著。

利用**轮回选择**，自适应短日照的安第斯亚种选育成适于长日照的新型栽培种(Neo-Tuberosum)，具有许多育种价值的性状和特征，如对晚疫病具有高度田间抗性、抗线虫、高淀粉含量，抗青枯病等，并且普通栽培品种与新型栽培种的杂种具有显著的杂种优势。北美和欧洲一些国家，均利用其作为杂交亲本，育成了一些优良新品种。

马铃薯野生种　具有育种价值的主要野生种：①落果种*S. demissum* Lindl.，2n=72，高度抗晚疫病，抗卷叶病。作为母本极易与四倍体栽培种杂交成功。②匍枝种*S. stoloniferum* Schletd. et Bché.，2n=48，抗晚疫病。具有对Y和A病毒免疫的显性基因。③无茎种 *S. acaule* Bitt.，2n=48，耐霜冻，具有对x病毒免疫的基因。④维奈种*S. vernei* Bitt. et Wittm.，2n=24，高度抗线虫。⑤恰柯种*S. chacoense* Bitt.，2n=24，抗Y和A病毒，抗线虫。易与四倍体栽培种杂交。

研究和利用　1913～1925年期间，G．比特(Bitter)在其系列著作中描述了约100种。苏联于1925～1927、1932、1955、1958、1967、1968、1971年，先后派考察队赴南美、中美考察研究和搜集马铃薯种质资源。随后，英国及其他国家的学者，也相继从事该项考察和研究工作。极大地丰富了马铃薯种质资源，将马铃薯育种工作推向新阶段。

为了进一步研究、收集、保存以及便于利用马铃薯种质资源，苏联、美国和国际马铃薯中心（秘鲁的利马）均设有马铃薯种质资源库。保存茎尖脱毒试管苗和实生种子。中国于1934年开始进行马铃薯种质资源的收集工作；1940年自苏联引进10多份野生种。1954年以后，先后自苏联、东欧各国、美国、加拿大和秘鲁等国收集栽培种和野生种资源。1958年将全国马铃薯种质资源集中在黑龙江省克山保存。之后，按资源特性又分别保存在河北省坝上，甘肃省会川及湖北省恩施等地。总计收集、保存野生种有落果种、匍枝种、恰柯种等实生种子和无性系80余份；栽培种马铃薯亚种、安第斯亚种、富利哈种和窄刀种实生种子和无性系1 000多份。具有诱发孤雌生殖隐性基因的富利哈种无性系10份；产生2n花粉的二倍体无性系30余份。上述种质资源供马铃薯育种科研单位利用。

（李景华）

马铃薯贮藏 (storage of potato)　为减缓马铃薯块茎从收获到使用期间的生理活动，以延长其休眠期，防止腐烂变质而采取的保存技术措施。安全贮藏时调剂马铃薯的市场供应，延长加工期，保持特种薯的质量等有重要意义。

贮藏生理　块茎收后，经后熟，入休眠，转萌发，

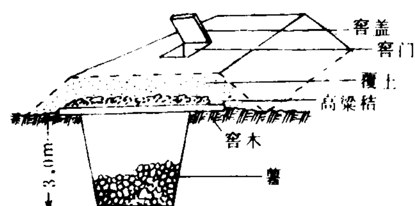
随生理进程的变化，内部成分也不断发生变化。贮藏期呼吸强度与多种因素有关，一般温度升高时呼吸作用增强，温度降低时则减弱；但如从零上几摄度降低到零摄度时，由于糖分的积累，即细胞中呼吸底物（细胞中任何为呼吸作用所氧化的有机物质）的增加，又会促进呼吸作用略有提高。块茎呼吸强度受O_2浓度的影响较小，而受CO_2浓度影响较大，CO_2浓度提高则呼吸加强。如块茎在20%的CO_2浓度下经20～24小时，呼吸强度显著上升，当CO_2浓度达60%时，呼吸强度超过对照处理200%。此外，机械损伤，也可提高呼吸强度。在贮藏期块茎中淀粉与糖类互相转化，这一过程，也与呼吸强度、贮藏温度有关。低温常致糖分的积累，因在低温的条件下，酶把淀粉水解为糖多于糖在呼吸中的消耗。而在高温的条件下，糖则被呼吸所消耗。因之，贮藏期间块茎的淀粉含量逐渐降低。如"男爵"品种贮藏180天后，淀粉含量由原来的12%降到9%。龙葵素的含量影响块茎的品质，机械损伤与长期光照均会使之增加，尤以贮藏后期块茎萌发时，龙葵素逐渐增高，而以幼芽中含量最高。至于抗坏血酸（维生素C）的含量则随贮藏期的延长而逐渐降低，贮藏开始时，其含量为20～25%毫克，贮藏6～7个月后，其损失可达60～70%。因此，贮藏前应严格剔除杂质以及病伤和不合格块茎。贮藏窖应通风干燥、避光、防潮、防虫、防鼠。贮藏时薯堆高度不宜超过2米，并应通气。食用薯且应避免光照，贮藏温度1～4℃，窖内湿度85～95%。贮藏初期应通风散热，使块茎尽快渡过预备休眠期而进入深休眠阶段。贮藏中期应避免冻害维持低温，尽可能地延长深休眠期。贮藏后期应维持低温，尽量推迟块茎的发芽期。

贮藏方式　根据当地自然特点和贮藏目的，因地制宜地采用适合的贮藏方法。

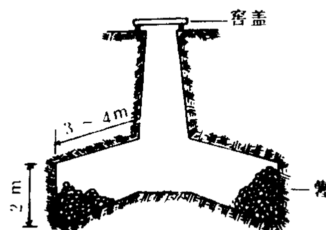
地下式的土窖堆藏　北方高寒地区多采用。从地面向下挖坑作窖，型有长方、圆筒等（见图a、b），深度均3米左右，窖口加棚盖防寒。如贮藏量大也可在窖底向四面横挖几个窖洞。须选土质紧实，地下水位低，地势高燥，背风向阳，运输管理方便之处挖窖。用后即拆除棚盖，故使用年限较短。以窖内散堆为主要形式，通常块茎堆厚1.5～2米为宜，入窖量不宜超过窖容积的2/3，每立方米块茎约重650～750千克。

库藏　砖瓦结构的贮藏库适于长期经营马铃薯的单位应用，各地均可采用。北方注重防寒，可建成地下式或半地下式。南方可建成地上式，以便于散热通风。有长方形、丁字形等，规格可大可小。大型仓库，可进入车辆，以方便运输。北方宜堆藏，可在内部分置若干间隔以便于堆藏；南方宜架藏，只须以竹木等就地取材，搭成多层棚架，每层架上可平堆2～3层块茎，尽量不使过多的光照射为宜。

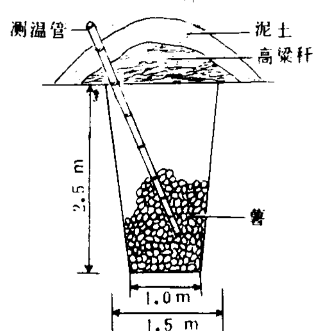
土沟埋藏　沟宽1～1.5米，长度依贮藏量而定。在北方沟较深，愈向南方愈浅，江淮一带沟深30～50厘米为宜，北方可用于夏藏，南方可用于冬藏。沟之两侧须挖排水沟以防雨水侵入（见图c）。



（a）棚窖



（b）井窖



（c）土沟埋藏窖

马铃薯贮藏窖示意

有条件的地方也可采用配有空调设备的贮藏库。

（张　畅）

马育华（1912～　　）　大豆遗传育种学家、生物统计学家。1912年10月12日生于广东省海丰县。1930年进金陵大学农学院学习农艺，1935年获农学士学位。留校任助教、副教授。1945年赴美国伊利诺斯大学研究院攻读大豆遗传育种和统计学，1946年获科学硕士学位。回国后任北京大学农学院副教授兼代系主任。1947年去加拿大沙省大学农学院育种研究室任研究员。1948年再度赴伊利诺斯大学研究院专攻数量遗传和育种，1950年获哲学博士学位。1950

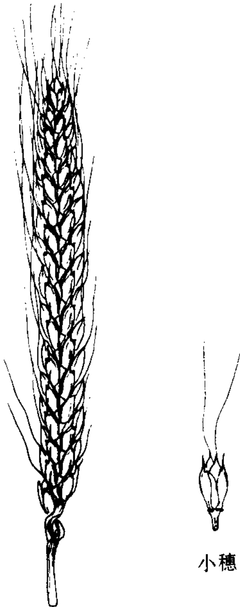


年10月回国，曾任金陵大学农艺系教授兼系主任、南京农学院教授兼系主任、南京农学院学术委员会副主任、研究生部主任；创建了统计遗传教研组和大豆遗传育种研究室，任主任。曾任全国作物学会理事、大豆研究会副理事长、遗传学会理事。

1950年以来他一直从事试验统计学和作物遗传育种学的研究工作。他主编的《试验统计》一书是国内本学科的重要专著，曾获出版纪念奖。1979年由他主编、农业出版社出版的《田间试验和统计方法》是受到国内外好评的统编教材。1982年《植物育种的数量遗传学基础》是我国第一本植物数量遗传学专著，具有密切与植物育种相结合的体系和内容，对于数量遗传在我国的传播和发展有着重大促进作用，曾获出版二等奖。在应用数量遗传学方面造诣深。早在1950年数量遗传研究方兴未艾时，他的博士学位论文便是从事大豆的数量遗传研究结果。在作物遗传育种方面，他主持的大豆遗传育种课题先后育成了南农493-1、1138-2、苏协一号、19-15、18-6等大豆新品种，在长江中、下游大面积推广。1982、1983两年他作为中方代表团顾问参加了第一、二届中美大豆科学讨论会。他先后在国内外发表了试验统计、数量遗传、大豆遗传育种等方面的论文约50篇。

（盖钧镒）

玛卡小麦 (macha wheat)　小麦属的六倍体种之一，学名*Triticum macha* Dek. et Men.，曾译名莫迦小麦。染色体数2n＝6x＝42，染色体组型为AABBDD。起源于苏联格鲁吉亚西部，为当地的地方种，现已不种植（见图）。玛卡小麦的穗有密穗类（小穗密度D＝35～37）和稀穗类（小穗密度D＝24～28）。类型不多，已知有15个变种。

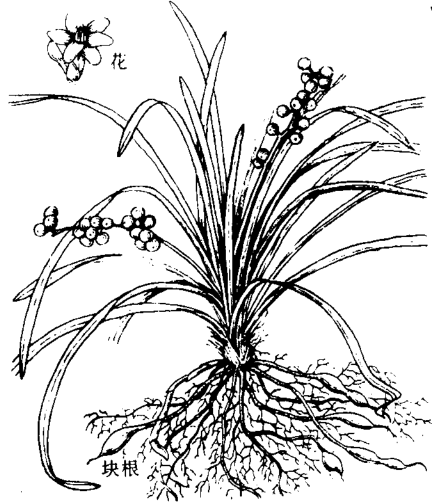


玛卡小麦

植株较高大，分蘖力强。穗纺锤形，长8～10厘米，有芒或无芒，穗轴脆弱易断落，断穗方式上节位。籽粒带皮（稃），难脱粒，千粒重25克左右，半硬质。冬性，成熟晚，越冬性不强。耐湿性较强。感染三种锈病。许多材料高抗散黑穗病和腥黑穗病。玛卡小麦具有的Rf基因，是提莫菲维小麦细胞质不育类型的育性恢复者，但对卵形山羊草细胞质育性恢复无效。

（郑殿升）

麦冬 (dwarf lilyturf)　百合科沿阶草属中的栽培种，学名*Ophiopogon japonicus* (L. f.) Ker-Gawl.。多年生常绿草本植物。李时珍谓："麦须曰虋（门），此草根似麦而有须，其叶如韭，凌冬不凋，故谓之麦门冬"。别名沿阶草。以块根入药。中国华东、华中、华南和西南地区均有分布；越南、印度和日本也有。主产四川省绵阳、三台，浙江省慈溪、萧山、杭州等地。广西、贵州、云南、安徽、湖北、福建等省（自治区）亦产。



麦　冬

株高10～40厘米。须根细长，先端或中部膨大成块根，呈纺锤形或椭圆形。叶丛生。总状花序，花被6，淡紫色。浆果球形，熟时黑蓝色。花期7月至8月。果期8月至10月（见图）。

喜温和湿润气候，强光或过于遮荫均对生长发育不利。以疏松肥沃排水良好的壤土为宜，忌连作。整地时施足基肥，作1.3～1.7米宽畦，沟宽30厘米左右。用分株繁殖，收获时选健壮种苗，切去节状茎下部和须根，保留茎节叶片，不散为度。麦冬的繁殖系数为3～4，随备随栽。如不立即栽植，可捆把放水中浸湿后，即放阴处，每日喷水少许。四川省产区在4月至5月上旬按行距10～13厘米开6厘米深沟，沟内每隔6～8厘米放苗2～3株，种苗靠沟壁垂直，然后壅土压实，每公顷用种苗9.75吨左右。夏季每六行麦冬套

种一行早玉米，以减少烈日直射，有利麦冬生长，有的秋季再间作一次玉米。浙江省在5月至6月初栽植，二年收获的行株距为25×15厘米，每穴栽苗10～12株；三年收获的行株距25～30×20～30厘米，间种其他作物。及时松土、除草，每年追肥2～3次。主要病虫害有黑斑病*Alternaria* sp.、根结线虫病 *Meloidogyne* sp.；蓟马 *Taeniothrips canavaliae*、非洲蝼蛄、地老虎等。四川产区栽种后第2年4月初收获，浙江产区于第3年或第4年4月底收获。挖起全株，摘下块根洗净，加工。四川产区是先晒干水气后，轻搓块根，搓后再晒，反复数次，直到除去须根为止。每公顷产干货2.25吨左右。浙江产区是先晾晒3～5天，须根由软变硬，闷放2～3天，反复3～4次，至七成干时，剪去须根，将块根晒至全干。如天气不好，可用40～50℃的火烘干。

块根中含多种甾体皂甙，麦冬皂甙(Ophiopogonin) A、B、B′、C、C′、D、D′。其中以甙A含量最高。麦冬皂甙A、B、C、D的甙元均为鲁斯皂甙元 (Ruscogenin)；甙B′、C′、D′的甙元均为薯芋皂甙元(Diosgenin)。还含有β-谷甾醇、豆甾醇、β-谷甾醇-β-L-葡萄糖甙、葡萄糖、果糖、蔗糖，并含一种新的菊淀粉型的多糖，系由D-果糖和D-葡萄糖组成。有抗菌作用。味甘、微苦，性微寒。有养阴、生津、润肺、止咳作用。用于肺燥干咳、津少口渴、心烦、白喉等症。还用于治疗冠心病和心绞痛。

（谭炳杰）

麦田耕作 (cultivation of wheat field)

使用农机具进行一系列的田间耕作，改善麦田的土壤物理、化学性状，为小麦的播种、出苗和植株生长创造良好土壤条件的措施。包括播种前的耕作整地和小麦生长期间麦田的中耕、耙、压等措施。

播前耕作　**耕翻**地是播种前**整地**的中心环节，也是进行其它耕作管理的基础。耕翻地是为了破碎经过前茬作物生长后变为板结紧实的土壤，并将施用的有机肥料和田间的残茬、杂草掩埋到土壤下层，把底土耕翻到上层使之进一步熟化。同时耕翻后的土块，裸露面积增大、土壤孔隙增多、通透性好，可以更好地蓄纳雨水和有利于水分、空气的下渗。所以，耕翻地有改善土壤中肥、水、气、热等条件的作用。

耕翻地要根据不同的土壤质地和墒情变化，掌握适耕期，一般以土壤水分相当田间最大持水量的60～70%时进行为好。特别是粘重土壤，如果耕地的时间和方法不适当，就会耕翻成大泥条或干土块，给整地造成极大的困难，难以保证精细整地质量。

麦田耕翻以后要及时耙细、耙实，把上层土块破碎成为细小的土粒，同时平整地面。如土层过于疏松或有架空的现象，应该进行适当的镇压，以防止透风和水分的过多蒸发，为提高播种质量打好基础。

中国北方冬麦区**一年两熟**的麦田，由于农时紧张，需要在前茬作物生育后期进行中耕，做到有雨蓄水、无雨保墒，又可消灭杂草和促进秋作物早熟；前作收获后及早耕地，细整、细平，以提高播种和灌溉的质量。如天气干旱、土壤缺墒，则应在前茬作物收获前提早浇好底墒水，以利及时耕作、适时种麦。一年一作的旱地麦田，要求在前作收获后立即灭茬，以减少地面蒸发，在雨季高峰来临前耕完。要耕深、耕透，使土壤充分松散，能蓄纳更多的雨水；耕后多耙耱，以减少水分蒸发。

中国南方稻茬麦田，土壤长期处在浸水的条件下、犁底层紧实，水分常呈饱和状态，土壤发僵。因此，应增施有机肥料，改善土壤理化性状；健全灌排系统，排除地面水，减少潜层水，降低地下水位，增强土壤通透性；前作水稻生长后期提早落干，以使收稻后土壤能够及时爽干，适时进行深耕晒垡，再浅耕细耙，以提高小麦播种质量。

中国春麦区种植**春小麦**的地块，一般在秋后地冻前进行耕翻整地，以便翌年早春及时播种。

有机质贫乏、潜在肥力低、基肥数量少的麦田，翻耕越深，上层积聚的底土越多，对小麦生长发育越不利，可以采取浅耕或浅翻深松以及旋耕等方法；底墒不足情况下浅耕比深耕有利；容易遭受风蚀和水蚀的麦田实行免耕法；缓坡地用无壁犁横坡向耕作，带茬耕作、带状耕作等，这些均有防止或减轻水土流失的作用。中国南方因多雨而泥泞的田块，前茬水稻**收获**后，采取免耕或少耕，以适时种麦，并加强播后管理，比烂耕、烂种效果要好。

田间耕作　小麦生长期间，田间土壤在湿度较高的情况下，特别是遇中到大雨或灌水后，以及北方麦田在早春土壤解冻返浆后，地表容易结成硬壳而板结干裂，造成土壤通气不良，常使小麦根系发育受阻；春播小麦在种子萌发过程中，土壤湿度大还会破坏种子的有氧呼吸，造成烂种或出苗不全，麦苗纤弱，严重时发生死苗现象。通过中耕、耙地或耧麦等措施，及时破除板结，疏松表土，改善通气条件，以利出苗和生长。如遇小麦播种以后土层疏松，表土干燥；或者越冬前后麦田土壤经过冻融交替，土块膨松，孔隙增大以及早春发生“凌抬”现象，将麦苗茎基部耸抬地表等情况时，应及时进行镇压，才能促成全苗、壮苗和保护麦苗安全越冬。

麦田耕作管理的原则是：地湿土粘时以松土为主；土壤干燥、疏松时以压地为主。但往往松土与压地需要结合进行。田间坷垃较多或表土结成硬壳时，应将坷垃或硬壳压碎，再耙松表土；土壤发生板结、裂缝时，应先松土后镇压，因为破除板结的表土时常会掀起大量土块，必须压碎才能弥塞裂缝。

对于缺少稳固性结构和过于松散的土壤，中耕和耙地的次数越多，土壤团粒破坏越严重，常常造成水土流失或风蚀；盐碱土和低湿粘土则不宜镇压，以免加重返盐或使土壤过于紧密，反而有害于麦苗的正常生长。

中耕和镇压还兼有促进和控制小麦生长发育的作用。适时、适度的中耕有利于小麦生长，而在麦苗生长过旺的情况下，深中耕可切断部分根系，有暂时抑制小麦生长的作用；镇压可使小麦地上部受损，抑制小麦的生长。三叶期前后适当镇压，可以促进地下部的生长，使根系发育良好，**分蘖**增长加快；过旺的麦田连续镇压也能抑制徒长，起到控制小麦生长的作用。

（诸德辉）

麦田杂草 (weeds in wheat and barley fields)

在麦田中与麦类作物自然共生的野生植物的统称。麦田杂草在作物生长过程中与麦株争水、争肥、传播病虫，影响生长与产量；杂草种子混于麦粒中，还影响粮食品质。麦田杂草约有几十种，危害比较严重的近20种。

野燕麦 *Avena fatua* L.　禾本科燕麦属一年生草本植物。株高100厘米左右，圆锥花序，直立而疏散，呈塔形，穗长20厘米左右，形似燕麦。在欧洲、美洲、亚洲寒温带有分布，是重要的世界性农田杂草。在中国，主要分布在西北地区和西藏、内蒙古、黑龙江等省（自治区）。其中以西北地区危害最为严重。野燕麦主要分布在人少地多地区，苗期形态酷似麦苗，较难区别，为人工防除带来一定困难。由于其生活力强，繁殖率高，传播迅速，常可造成严重危害。化学防除可选用燕麦畏、燕麦敌1号、燕麦敌2号作土壤处理，或选用绿麦隆、异丙隆、野燕枯等作苗期茎叶处理（见图1）。



图1　野燕麦

看麦娘 *Alopecurus aequalis* Sobol　禾本科一年生或越年生植物。株高30厘米左右，叶片直立，叶鞘常短于节间；花序细长圆柱形，长5厘米左右。在中国有广泛分布，喜潮湿环境（见图2）。



图2　看麦娘

升马唐 *Digitaria adscendens* (H. B. K.) Henrard　禾本科一年生植物。株高30～100厘米，茎基常倾斜或横卧，着土节易生根；花序排列于茎端，3～8个细长的穗集成指状排列。在中国分布广泛，喜潮湿环境。

狗尾草 *Setaria viridis* (L.) Beauv　又名谷莠子。禾本科一年生植物。茎直立或基部膝曲，高20～100厘米，圆锥花序紧密呈圆柱形，长2～15厘米，刺毛长4～12厘米，绿色或变紫色。在中国有广泛分布，适应性强。

防除看麦娘、升马唐、狗尾草可选用绿麦隆、异丙隆、扑草净、除草醚于幼苗期喷施或出芽前土壤处理。

毒麦 *Lolium tomulontum* L.　禾本科一年生植物。株高60厘米左右；穗状花序，穗长10～15厘米，穗形狭长，小麦排列稀疏，有小穗8～19个，以稃片背面对向穗轴。由于子实含有毒麦碱，可引起人和牲畜中毒。在有毒麦生长地区应重视麦种精选工作，拔除田间毒麦植株，建立无毒麦留种田，加强检疫，防止传播蔓延，播种前用60%硝酸铵选种（见图3）。



图3　毒麦

小藜 *Chenopodium serotinum* L. 和藜 *Chenopodium album* L. 常混称为灰灰菜、灰条。藜科一年

生植物。小藜的株高通常在50厘米以下，叶长卵形或矩圆形，基部叶有两个较大裂片，适生盐碱砂质土壤。藜的株高100厘米左右，叶卵形，菱形或三角形，叶基部宽大，耐盐碱。这两种杂草在中国有广泛分布（见图4）。



图4 小 藜

野苋 *Amaranthus viridis* L. 又名绿苋、皱果苋。苋科一年生草本植物。株高40～80厘米，茎直立，分枝少，叶卵形至卵状矩圆形。花小，绿色，穗状花序生于叶腋或再集成大型顶生圆锥花序，广泛分布于中国各地。

荞麦蔓 *Polygonum convolvulus* L. 又名卷茎蓼、野荞麦秧。蓼科一年生植物。茎细弱，缠绕，叶片卵形，基部宽心形，顶端渐尖。花淡绿色，排列成稀疏的穗状花序，腋生；果卵形，黑色，有三棱。在中国主要分布于北方，长江流域也常见。

葎草 *Humulus scandens*(Lour.)Merr 又名拉拉藤。桑科一年生或多年生缠绕草本，茎长可达5米左右。茎枝、叶柄上密生倒刺，叶对生，掌状深裂，裂片5～7片，边缘有粗锯齿，雌雄异株。常可缠绕麦苗引起成片倒状。在中国分布较广泛，局部地区危害严重（见图5）。

小藜，藜，野苋，荞麦蔓，葎草都可用2,4-D类除草剂灭除。

田旋花 *Convolvulus arvconsis* L. 又名小喇叭花。旋花科多年生植物，蔓生，枝条长2～3米，常缠绕作物引起倒伏。花冠漏斗状，粉红色，地下茎及种子都可繁殖。在中国主要见于北方各省。

苣荬菜 *Sonchus brachyotus* DC. 又名曲麻菜、野苦菜。菊科多年生草本植物。株高50～100厘米，植株



图5 葎 草

具白色乳汁。头状花序，顶生，呈伞形伞房状，花黄色。地下具横走茎。横走茎及种子都可繁殖。适应性强，繁殖快，吸肥力强，在中国分布较广泛。

刺儿菜 *Cephalanoplos segetum*（Bunge）Kitam 又名小蓟、蓟菜。菊科多年生草本植物。茎直立，株高20～50厘米，叶互生，无柄，椭圆形或长椭圆状披针形，边缘有刺。头状花序单生于顶端，花紫色；瘦果具羽冠毛。根状茎繁殖。中国有广泛分布，以北方地区较多。

田旋花、苣荬菜及刺儿菜，都可用较高浓度的2,4-D丁酯喷施于茎叶灭除。由于地下横走茎切段也能繁殖，应深翻捡除。

萹蓄 *Polygonum aviculare* L. 又名扁竹、狗牙菜。蓼科一年生植物。株高一般50厘米以下，分枝多，茎圆，茎和叶常披白粉；叶互生，长椭圆形或披针形；花簇生于叶腋。中国有广泛分布，东北、华北地区更为普遍。

繁缕 *Stellaria media*（L.）Cyr. 又名鹅肠草。石竹科一年生植物。株高通常在30厘米以下，茎基部分枝多，下部节上生根，叶卵形，上部叶无柄，下部叶有柄；茎上有一行短柔毛；花白色，单生于叶腋或排成顶生疏散的聚伞花序。中国分布广泛，中部及长江以南地更为普遍。

萹蓄、繁缕可用绿麦隆、扑草净及2,4-D类除草剂防除。

猪秧秧 *Galium aparine* L. 茜草科一年生植物。蔓生或攀缘，茎四棱，叶4～8片轮生，叶片条状倒披针形，一脉；聚伞花序腋生、顶生。在中国有广泛分布。化学防除可选用地乐酚、草芽平或二甲四氯丙酸、苯达松等药剂。

问荆 *Eguisetum arvense* L. 又名节骨草、节节

草 木贼科植物多年生草本。地上茎有营养茎与孢子茎之分，皆直立。孢子茎早春先出土，紫黑色，不分枝，孢子穗顶生，长2～2.5厘米；营养茎于孢子茎枯萎后长出，高15～60厘米，枝轮生，单一或再分枝，有棱脊；叶退化，下部联合成锯齿短鞘，鞘齿披针形。中国有广泛分布，可用2,4-D类防除，或翻耕捡除。

麦田杂草的防除应把传统的农业措施与化学除草方法结合起来。要精选麦种，清除草籽，调种时加强检疫，防止杂草传播；农家肥料应充分腐熟，使草籽失去生活力再使用。合理的轮作换茬与耕作制度有利于杂草的防除，加强田间管理，做好田边、沟渠的除草，以防杂草向麦田蔓延。在麦苗分蘖末期使用2,4-D类药剂对双子叶杂草常可取得良好的灭除效果。

（李宪章）

麦田种植制度 (cropping system of wheat field) 小麦主产区中**小麦**与前后茬作物的种植结构和组合方式。中国根据各地自然资源、气候条件采取小麦和其他作物平作、**复种**以及**间作**、**套种**，形成了一年一熟、两熟等多种**种植方式**。

一熟平作 主要在长城沿线以北的春麦区和北部冬麦区。春麦区的春小麦一般种在冬闲地上，春季播种，夏季或初秋收获，实行春小麦连作或与大豆、高粱、豌豆、大麦等轮作，形成一年一熟的种植方式。北部冬麦区年积温在2 200～3 500℃之间，冬小麦秋播在夏闲地上，翌年夏季收获，也是**一年一熟**或与**豌豆**、**扁豆**、**大豆**、**春玉米**、**高粱**、谷子、糜子等轮作。在南部热量较高的地区，小麦收获后有复种糜子、谷子或荞麦等生育期较短的作物。这些作物收后再秋播豌豆、扁豆、小麦，形成**二年三熟**或**三年四熟**的**种植方式**。

两熟平作 主要分布在黄淮平原与西南冬麦区，其中黄淮冬麦区是中国的主要产麦区。全区年积温4 000～5 000℃，年降水量500～1 000毫米，热量资源可满足小麦、玉米或小麦、水稻两熟需要。南部地区还有小麦和**棉花**、**甘薯**、**芝麻**等复种的一年两熟制。降水量不足800毫米的地区，需补充灌溉才能保证两熟作物的需水量。小麦收获后复种玉米，是本区的主要种植方式，也有复种高粱、谷子、大豆、**花生**等作物的。在黄淮平原北部棉区，有小麦复种玉米，翌年春播棉花，形成二年三熟；黄淮平原中部和南部地区，有小麦套种棉花一年两熟。在稻区是小麦后复种**水稻**一年两熟，再以**油菜**、绿肥等轮换小麦，形成以水稻为主的轮作方式。

两熟套种间作混种 为了充分利用热量资源，集约利用土地，延长作物生长季节，以提高全年总产量，中国各地采取了小麦与其他作物多种形式的套种和间、混作。

小麦与玉米套种 为北方冬麦区较广泛的种植方式。冬小麦采用宽窄行或小畦种植，麦收前将玉米套种到麦田预留宽行或畦埂上，使两茬作物的主要生育期错开，实现一年两熟。两熟套种可以解决小麦、玉米一年两熟生长季节不足的矛盾；可以延长玉米生长期，改早熟品种为中、晚熟品种以提高产量。另外，也可使玉米的抽穗期避过伏旱或秋涝等不良自然条件的影响。由于各地条件不同，凡套种共生期长的，两作物的间距要大些。反之可小些。有的地区为了用地养地结合，把玉米套种的行距放宽，麦收后在玉米的行距内复种大豆或绿肥作物，形成玉米间作大豆或绿肥，即通常称为"两粮一豆"或"两粮一肥"的种植方式。因玉米和大豆或绿肥是间作，主要生育期处于共生条件下，仍属一年两熟。

小麦与棉花套种 小麦与棉花套种在长江流域的历史悠久，分布较广；黄淮流域随着水、肥等条件的改善，其面积也有扩大。一般采用条带套种或条垄套种，即种2～3行小麦或1～2个宽幅小麦，留出空行套种棉花；或在厢面中间种植一带宽幅的小麦或大麦，厢的两边预留空行种沟边棉；或在垄沟种一宽条小麦，垄背上套种两行棉花。麦棉套种方式因各地具体条件有所不同，其共生期为15～35天。在套种中小麦宜选用早熟、矮秆、抗倒伏的丰产品种，预防因倒伏压坏棉苗；麦收后及时灭茬，加强棉苗管理，促进棉苗早发，并健壮生长。在黄淮冬麦区采用麦棉套种，宜把小麦种在垄沟里，棉花种在垄背上，有利于解决小麦中后期耗水较多，需要灌水，而棉花苗期又不宜水分过多的矛盾。

小麦与油料作物套种 种麦时预留一定宽行，麦收前套种大豆、花生、芝麻等油料作物。山东、河南等省在麦田套种花生多采用条垄套种，把花生套种在垄背上；套种时间不宜过早，防止形成老苗或高脚苗，影响花芽分化。

小麦与豆类作物间作、混种 长江流域有在小麦厢沟两侧间作蚕豆或豌豆的，麦豆收获后复种水稻。黄淮平原部分地区有将冬小麦和秋播豌豆混种，两种作物共生互养，麦豆同时收获，然后再复种玉米等夏播作物。此外，在中国南方雨水较充足的旱坡地，有三熟平作或套种的。如小麦、豆类、玉米；小麦、玉米、高粱；小麦、玉米、甘薯；小麦、玉米、玉米等。也有插入一季经济作物或绿肥的三熟平作的种植方式。

（龚仁德 张继林）

满江红 (azolla) 满江红科满江红属植物的总称，学名*Azolla* spp.。蕨类植物，又名红萍、绿萍。与固氮蓝藻共生，是固氮能力强，光合作用效率高，生长繁殖速度快，产量高的水生绿肥饲草作物。世界各地都有不同种类的分布。中国福建的长乐、闽侯，

浙江的平阳、瑞安、温州，广西的武鸣，湖南的西部等地养殖利用满江红最早。20世纪40年代以前养殖利用的区域不广，60年代在南方各省、区发展。70年代养殖利用的区域推进到达东北地区，全国养殖面积130多万公顷。东南亚一些国家和日本也有在稻田养殖满江红的。因其固氮能力强，把它作为生物固氮资源的利用引起了各国的重视。世界上许多国家对满江红的养殖利用进行着研究和推广。

种类　已知世界上有7个种：细叶满江红*Azolla filiculoidis* Lamk.，又名蕨状满江红、细绿萍。原产美国北部阿拉斯加，美国南部各州以及智利、玻利维亚、巴西等地也有分布。1977年引入中国，表现抗寒性强，起繁温度低，繁殖率高，固氮能力强，丰产性能好，还可在湿润条件下，着泥生长。耐盐能力强，产孢子量多，但耐热性差，营养体越夏难度大。卡州满江红 *Azolla caroliniana* Willd. 原产美洲，自北美的阿拉斯加到南美的阿根廷均有分布。性能与细叶满江红相似，繁殖率略低。但耐热、抗虫、抗藻、抗霉害等性能比较强，是很有利用价值的种类。另外分类学家认为原产南美洲的墨西哥满江红 *A. mexicana* Presl. 和野生于美洲热带和亚热带地区的小叶满江红 *A. microphylla* Kaulfuss 与卡州满江红同属一个种类。日本满江红 *Azolla japanica* Fronch et Sav.，原野生于日本的四国和九州地区，与细叶满江红形态和习性较相似。其色泽深绿，根系缠绕，生产上利用的不多。大洋洲满江红 *Azolla rubra* R. Broun 分布在澳大利亚和新西兰。抗病性差，萍体平面浮生，色茜红或浅绿，产量较低。尼罗满江红 *Azolla nilotica* Decaisne 分布在非洲中部的乌干达、刚果、苏丹等国家。呈羽状分枝，叶腋产生侧枝，根系簇生，个体变异较大，长0.5～20.0厘米。羽叶满江红 *Azolla pinnata* B. Br. 分布在越南、泰国、印度、印度尼西亚、菲律宾等国。萍体周年绿色，羽状分枝特别明显。春季繁殖较快，是东南亚地区生产上利用的主要萍种。中国满江红 *Azolla imbricata* (Roxb.) Nakai（见图）。原产中国，广泛分布在中国南方以及越南、日本等地。萍体为羽状分枝，但主轴不明显，比细叶满江红抗寒性能差，耐热性能强，萍体在温、光环境及营养条件适宜时呈绿色，差时呈红色。在细叶满江红引进以前，是生产上利用的唯一萍种。这个种在中国还有两个变种：多果满江红，能产生大量大小孢子果，分布在山东、河南等省内；常绿满江红，体色常绿，不变红，分布在广东、广西、福建等省（自治区），很少产生孢子果。


中国满江红

特征　满江红的根属不定根，细长，悬垂水中多为单生，根毛长短不一，幼时含叶绿体而显绿色，老时变褐色并逐渐脱落。茎是输送养分的枢纽和贮藏养分的主体。呈直形或“S”形，易断裂而形成新个体，茎上面被叶片覆盖，侧向形成侧芽和分枝，腹向形成根或孢子果，顶端有活跃的分生组织，称为顶芽。叶互生，每叶分背腹两片，背叶卵形而厚，并露出水面，具有光合等作用；腹叶与水面接触，具有浮载萍体和吸收水分、养分的作用。背叶距基部近处有含粘液的空腔，内生长着固氮蓝藻（鱼腥藻 *Anadaena azolla* Strasb.），行物质交换和共生固氮作用。满江红有性生殖器官比较复杂，孢子果异形，大孢子果大多数双生，少数4个簇生，位于小孢子果下方，长卵形，顶端尖。小孢子果成熟后棕褐色，由果柄、果壳、果顶及果内小孢子囊组成，比大孢子果大5～6倍。

特性　满江红对温度非常敏感。根据对温度反应不同，可分耐寒种类，如细叶满江红、日本满江红等能耐－5～－8℃短期低温。一般在5℃左右开始繁殖，15～20℃为适宜生长温度；耐热种类，如尼罗满江红、墨西哥满江红等，起繁点10～15℃，0～5℃即会死亡，适宜生长的温度在30℃左右；中间种型，小叶满江红、卡州满江红等，起繁点在10℃左右，最适生长温度20～25℃。满江红生长的光照范围在3 500～120 000勒克斯内，在25 000～47 000勒克斯条件下可得到最高的生长率和固氮率。磷素是决定满江红固氮率和光合强度极为重要的养分。在日平均水温17℃左右时，每5天每公顷水面施20～25千克过磷酸钙（拌200千克细土撒施）基本满足了其磷素营养。钾素促进光合作用，增强抗寒性以及对共生固氮蓝藻的生长都有极重要的作用。长期缺钾，生长率和含氮量均下降，萍体变薄变黄，个体变小，根系退化，基部叶片早枯黄。但满江红是一种富钾植物，有利用低浓度钾的能力，在溶液中钾浓度5ppm 时也能吸收利用。长势正常的植株在无氮培养液中能长得很好，加入氮肥对其生长反而不利。铁、镁、硼、钙、钼、钴等对加速满江红生长和提高固氮量均不可缺少。满江红在pH3.5～10.0的环境中均能

生长，最适pH为6.5～7.5。细叶满江红和卡州满江红能在0.5%浓度的盐分溶液中生长。

利用价值　可作改良盐碱地的先行作物，养分含量随品种和生长状况不同而异。一般鲜萍含水分94%左右，含N 0.24%左右，含P_2O_5 0.02%左右，K_2O 0.12%左右。作绿肥利用。由于纤维素含量比较低（为风干重的10.61%）所以易分解，供肥及时，肥效也较高。一般每公顷翻压鲜草15～22.5吨，可增产粮食375～750千克。由于根量较多，植株含木质素较高（为风干重的17.82%），所以肥力平稳而持久，对改善土壤理化性状也有作用。满江红是各类家禽、家畜和鱼的优良饲料和饵料，萍体粗蛋白质含量，鲜草为1.3～1.4%，风干萍为16.0～17.0%，晒干或发酵后即成饲料。

繁殖　有无性繁殖与有性繁殖两种繁殖方法。无性繁殖是通过萍体的侧枝断离和次生侧芽发育而形成后代；有性繁殖是植株（孢子体）生长到一定时期，在外界生态条件的综合影响下，产生性器官——大孢子果。孢子果再发育雌雄配子体，通过精卵（性细胞）结合形成结合子，由结合子发育成新的个体。

养殖技术　一般放养场所及养殖方式有以下几种：①水稻行间放养。利用水稻栽秧后稻行间的水面放养，满江红在稻田行间生长20～30天，然后通过压青或倒萍，为水稻作追肥。②冬水田放养。冬水田及冷浸田，冬季不种绿肥和其它作物，为了在冬季充分利用水面和光能，可放养满江红和细叶满江红，用作饲料、肥料和萍种。③夏、秋短期放养。可以利用收稻后，冬种前的空隙时间放养满江红。也可在绿肥翻压或麦收之后插秧前放萍，一般有15天时间，每公顷鲜萍产量也可达到22.5～37.5吨，可就地倒萍作基肥。④河塘水面放养。选择水位平稳、水质较好的内河、池塘水面放养满江红，既不占地，又可提供大量绿肥和饲料。稻田放养满江红要适期、适量，在气温适宜，水稻秧苗健壮时，放萍期可早在插秧前或边插秧边放萍，每公顷放萍种3 750～4 500千克即可；在气温低，稻苗弱小时，可以在插秧前7～10天放萍，放后即给萍施肥。水分管理上要勤灌浅水，特别要注意防治萍象甲、萍灰螟、萍螟等虫害。满江红的繁殖利用比较费事，技术性也较强，往往一个环节出了问题，使全年的养殖受到影响。因此放养时严格技术操作规程，以保证满江红养殖利用的顺利进行。　　（焦　彬）

猫尾草 (timathy)　　禾本科猫尾草属的一个种，学名*Phleum pratense* L.，多年生草本植物。又名梯牧草。饲用作物。原产欧亚大陆温带。主要分布在苏联、英国、加拿大等国寒冷、湿润地区。中国新疆也有野生种。中国栽培的猫尾草都是从美国、苏联、加拿大等国引进的，适宜在云贵高原等地栽培。

须根发达，疏丛型；茎直立，株高约100厘米，基部膨大成球状，叶片两面粗糙，长10～30厘米，宽0.3～0.8厘米；穗呈紧密的圆柱状，长5～10厘米，小穗只有一花，种子千粒重0.4克左右（见图）。


猫　尾　草

喜冷凉湿润气候，耐寒不耐高温和干旱，适于降雨量多而无高温的地区生长，因此在中国只有在纬度低，海拔高的一些地区表现较好。可在壤土或粘土中生长，但都必须有充足的水分，在pH4.5～5.5的土壤中也能生长。北京地区可安全越冬，但需要有一定灌溉条件。宜春播或秋播。播前整地，播深1～2厘米。播种量3.5～7千克/公顷。可单播也可以与红三叶混播。宜在抽穗到花期刈割。当花序变为褐色时即可采收种子。

茎叶柔嫩，叶量多，适口性好，饲用价值颇高，青贮或放牧均可，是大牲畜的优良饲草。如果与红三叶混播建立人工放牧场可以长期利用。干草含干物质85.7%，粗蛋白质8.5%，粗脂肪2.4%，粗纤维28.5%，无氮浸出物41.1%，灰分5.2%。　　（耿华珠）

毛地黄　　见毛花洋地黄。

毛豆 (vegetable soybean)　　在鼓粒末期，籽粒饱满而尚未成熟，摘取豆荚剥出豆粒供食用的大豆。因豆荚外被毛茸，故称毛豆。中国各地都有栽培，主要分布在南方。日本、东南亚各国也有利用。

毛豆的品种一般选用早熟，大粒，青、黄种皮，二三粒荚、灰毛，荚容易剥开，籽粒质地松脆，蛋白质含量较高，维生素多的品种。

栽培上多采用育苗移栽和地膜覆盖，达到早播、早收、早上市。中国南方5月至9月期间，市场上均有毛豆供应。毛豆多畦田种植，穴播，初花期追肥，花荚期及时灌溉、排水。出苗到采摘约需85～100天，一般单产7 500千克/公顷。　　（费家骅）

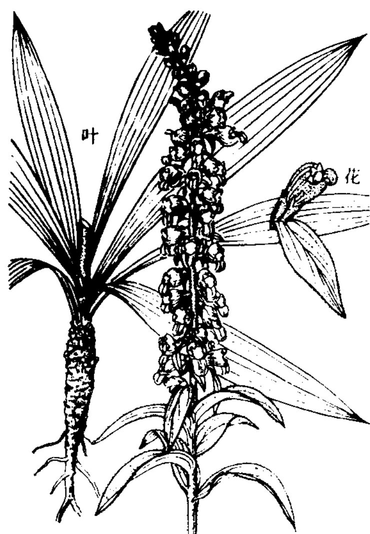
毛花雀稗 (dallis grass)　　禾本科雀稗属的一个种，学名*Paspalum dilatatum* Poir.，又名金冕草、达利雀稗。多年生牧草。原产于南美洲阿根廷、乌拉圭和巴西南部。在澳大利亚、新西兰、热带非洲和

美国东南部以及其他热带、亚热带地区都有栽培。1964年引入中国广西、广东、湖南等地栽培，表现良好。根系发达。茎秆粗壮，丛生，株高50～150厘米。叶长10～45厘米，宽3～13毫米。穗状总状花序，分枝3～11条，小穗卵形，长2.5～4.0毫米。种子卵圆形，每千克48万～65万粒。喜温热湿润气候。适于年平均温度15～21℃，最低月平均温度2～10℃。年降雨量1 000毫米以上的地区栽培。耐旱，亦耐寒，在澳大利亚零下10℃，仍能越冬。在肥沃而湿润的壤土、冲积土和粘土上生长最好，在砂土上生长较差。用种子或分株繁殖。春末夏初条播，行距40～50厘米，每公顷播种量9～14千克。分株繁殖宜在雨季进行，株行距30×50厘米，每穴栽3～4条分蘖。宜与大翼豆、银叶山蚂蝗、绿叶山蚂蝗等豆科牧草混播，建立人工草地。种子成熟期不一致，极易脱落，宜及时采收。每公顷产种子250～500千克。每公顷产干物质3～10吨，最高可达26吨。干物质含粗蛋白质13.4～18.5%，粗脂肪1.3～2.4%，粗纤维24.4～34.8%，无氮浸出物40.1～48.6%。适作青饲料、干草、青贮料，亦适于放牧。

（蒋侯明）

毛花洋地黄 (grecian foxglove)　玄参科毛地黄属，毛花洋地黄种，学名 *Digitalis lanata* Ehrh。二年或多年生草本植物。别名狭叶洋地黄、希腊洋地黄。叶供药用或作原料药。原产欧洲。中国于20世纪50年代引种栽培，主产于河北、北京、上海、浙江等省(市)。同属植物紫花洋地黄 *D. purpurea* L. 的叶也作药用。

毛花洋地黄株高50～100厘米。叶片阔披针形、长披针形或长圆形，绿色，全缘；茎下部叶有柄，上部叶有短柄或无柄，边缘有白色长绵毛。总状花序，花冠长钟形，灰白色。蒴果圆锥形，种子细小，成熟后黄褐色。花期5月至6月。果期6月至7月。



毛花洋地黄

性喜温和，高温高湿不利于生长。苗期喜湿润，成株耐旱力增强，应减少浇水。低洼积水处易发生烂根，且会降低叶中有效成分的含量。阳光是促进植物体内配糖体形成与积累的一个重要因素，宜于阳光充足处栽培。在腐殖质较多的砂质壤土中生长较好，忌连作。在北方，留种植株需覆盖才能露地安全越冬。

用种子繁殖。选叶片厚、深绿、阔披针形和披针形的健壮植株留种，7月间采种，晒干，备用。育苗移栽或直播。南方用平畦或高畦育苗，北方用阳畦育苗。3月上旬在整好的苗床上先浇透水，后按6厘米的行距开浅沟条播，覆土0.5厘米，盖塑料薄膜或搭薄膜棚调节温度，出苗后保持畦内湿润。5月上旬，幼苗3～5片叶时，按行株距30×20厘米左右移植到大田，栽后浇透水。采用直播的省工，植株生长健壮，南方多采用秋季播种，北方4月上、中旬播种。播前种子用水浸12小时，并于室内催芽，在个别种子萌发时，按30厘米左右的行距条播，保持土壤湿润，生长期注意及时除草、浇水和排涝。7月初和8月底分别追施氮肥。病虫害有烂根病、花叶病、蛴螬、地老虎、蝼蛄等。北方地区，作一年生作物栽培。于9月初至10月底强心甙含量最高时采叶2～3次；南方温暖地区作二年生栽培，可采收3～5次。增加采收次数，每次只采集基部成熟叶片，可提高产品质量。由于强心甙中午前后含量最高，于上午8时至下午4时采收为宜。收后立即晒干、晾干或用60℃以下低温烘干，干叶以深绿有光泽易碎为好，每公顷可收干叶2 250～3 000千克。干燥叶片易吸潮不耐贮藏，有效成分含量极易降低或完全丧失，应保存在密闭干燥容器里，存放于暗处。

叶片中含有多种强心配糖体，其中以毛花洋地黄甙(Lanatoside或Digilanide) A、B、C和异羟基洋地黄毒甙(Digoxin)为最重要，是提制强心药西地兰和地高辛的原料。有加强心肌收缩力，减慢心律，抑制传导的作用，用于充血性心功能不全症。

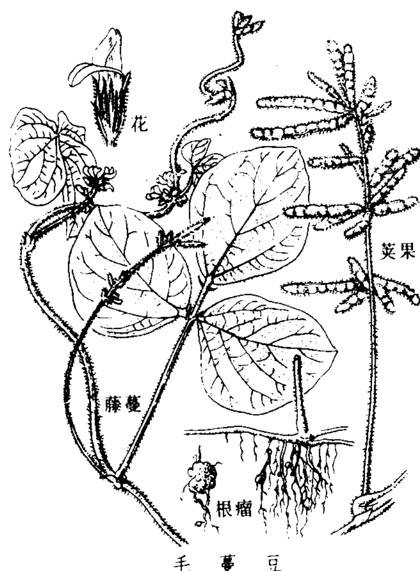
（朱蔚华）

毛蔓豆 (calopo)　豆科毛蔓豆属的一个种，学名 *Calopogonium mucunoides* Desv.。别名马来毛蔓豆、米兰豆、压草藤。多年生匍匐性草本。为绿肥、覆盖作物及牧草。

原产南美热带地区。1922年始在印度尼西亚引用为胶园覆盖作物。在曝光条件下，生长茁壮，能形成30～50厘米的覆盖层，已被广泛用作热带大型种植园的覆盖作物。20世纪30年代由东南亚引入中国，50年代又自印度尼西亚大量引种作为橡胶园的覆盖作物。

茎被长褐色茸毛，具缠绕性，基部平卧。根有根瘤。小叶3枚，两面均被茸毛，其顶生叶呈不对称的阔

卵形，侧生叶外斜，长4～5厘米，宽度稍小，托叶呈三角形。腋生总状花序，两性花，4～12朵，花瓣蓝色，



毛 蔓 豆

间有淡绿至黄色斑点，自花授粉。荚果长2.5～4厘米，宽2.5～3毫米，淡黄褐色，密布长而直立的茸毛。种子4～8粒，椭圆形或方形，宽3.5～2.5毫米，稍扁，淡黄至深棕色，无斑点。每年10月至11月开花，年底至翌年1月种子成熟。

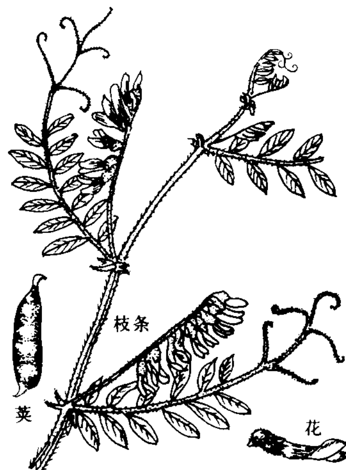
性喜高温高湿，不耐寒。在中国南部植胶地区，冬季茎蔓枯死，翌年雨季再由种子萌发。初期生长较快，种后3～4个月即可覆盖地面。因此常与初期生长较慢，但冬季不落叶的**蝴蝶豆**、**三裂叶葛藤**等几种豆科覆盖植物按一定比例混播，以形成持久有效的覆盖层。

常用种子繁殖，每公顷产种子175～300千克，每千克种子7万～8万粒。新鲜种子硬实率约25%，故播前通常用80～100℃热水浸种，或用浓硫酸处理20分钟后洗净晾干，或摩擦破皮等方法，促进发芽和提高发芽率。直播每公顷用种量3～7.5千克，覆土1～2.5厘米。如用营养钵育苗后移栽，每千克种子可栽3公顷左右。播种时一般不需接种根瘤菌，但需施磷肥。

每公顷产鲜茎叶20～30吨，折合干物质3～4吨。干物质约含氮2.15%，磷0.27%，钾2.64%，钙1%，粗蛋白16.7%。 （王秉忠）

毛叶苕子 (hairy vetch) 豆科巢菜属的一个种，学名 *Vicia villosa* Roth.，越年生或一年生草本。又名毛苕、长柔毛野豌豆、冬苕子。是优良的绿肥作物。原产欧洲及亚洲西部，广泛分布于温带地区。中国于20世纪40年代中期引进，在陕西、甘肃、新疆、宁夏、青海、河南、河北、山东、江苏、安徽等省（自治区）栽培。

主根粗，入土1～2米，侧支根发达，以5～30厘米土层内居多。根瘤圆形或有分叉或呈鸡冠状。主茎不明显，从基部抽生一次分枝5～15个。二三次分枝20余个，匍匐蔓生，长2～4米，四棱形，中空，有柔毛。托叶半分离或镰刀状，偶数羽状复叶互生，小叶5～12对，长卵圆形或披针形，有卷须3～5个，可以攀缘。叶色深绿，两面密生柔毛。总状花序，有花15～35朵排列在一侧，蓝紫色，萼斜钟状，萼齿长，雄蕊10(9＋1)枚，包围在柱头四周，花柱上部有柔毛，为常异花授粉。荚果短矩形，两侧稍扁、光滑，长2～3厘米，宽0.6～1厘米，淡黄褐色，内藏种子2～6粒。种子圆球形，黑色。千粒重20～35克（见图）。



毛 叶 苕 子

种子发芽的适温为15～25℃，气温低至2～3℃上部停止生长；高至28℃以上生长受抑制。开花结荚适温为19～24℃。阴雨会影响开花授粉。耐寒性强，在－20℃以下可以越冬。耐旱性强，但以土壤含水量20～27%最宜生长，在伸长期以前也能耐湿。耐瘠性和抑制杂草的能力均很强，可在pH4.5～9.0砂土至重粘土上种植；以pH5.5～8，偏砂性的土壤最为适宜。可耐0.2%以下土壤盐分，喜光，蔽荫时生长较弱。

在良好的栽培管理下，每公顷鲜草可达60吨以上，能刈割2次。在稻田种植宜先浅耕灭茬或免耕直接穴播，要开好排灌沟渠；在棉花、玉米及果树行间套种，可经耕整后直接在行间播种；春麦田套种用撒播，播后灌水，毛叶苕子出苗较容易，整地不要求太细碎，但要求苗床持有较好的土壤水分。黄河流域秋播宜在8月中下旬，淮北为8月下旬至9月中旬，江淮之间为9月中下旬，西北地区套复播为5月中下旬，华北地区也适宜早春播种。播种量：早播，肥地为30～45千克/公顷，迟播、瘦地或套播于荫蔽较重的地为45～65千克/公顷。留种地用麦子作支架的播7.5千克/公顷左右；人工支架的播1.5～3千克/公顷。留苗6万株/公顷左右。施用磷肥作基肥有良好效果；留种田花期喷硼和磷酸二氢钾往往能增产。在管理上，苗期宜中耕锄草1～2次。留种田特别要加强排水，现蕾以后，常有叶斑病 *Ovularia medicaginis* 及蓟马 *Frankliniella intosa* 危害，需及时防治。

具有良好的饲用价值，鲜草干物率为9.4～14%。

干物含粗蛋白质22.6%，粗脂肪3.2%，粗纤维28.7%，无氮浸出物35.6%，灰分9.9%。鲜草成分：水分80.61～87.9%。N 0.46～0.67%，P_2O_5 0.07～0.17%，K_2O 0.38～0.54%。

可以放牧或青饲、青贮和晒制干草。作为绿肥与覆盖作物，对提高土壤肥力作用显著。

（顾荣申）

梅籍芳（1908～1983） 小麦育种栽培学家，江苏省阜宁县人。1933年毕业于金陵大学农学院，以后又在该校进修研究生课程。1945年赴美国研究学习。曾先后在金陵大学农学院、湖北农学院、央中农业实验所任讲师、副教授和技正。1949年后在华东农业科学研究所、中国农业科学院江苏分院和江苏省农业科学院粮食作物研究所任研究员兼食用作物系副主任、主任和研究所所长。曾担任农牧渔业部科学技术委员会委员，**中国作物学会**理事，"九三"学社江苏工作委员会委员，第三届全国人民代表大会代表，第五届、第六届全国政协委员。



梅籍芳从事小麦科研工作达半个世纪，在小麦的早熟性和抗赤霉病品种的研究和选育方面有重要贡献。在他的主持下先后选育出华东6号、华东5号和矮秆早等早熟小麦品种，在生产上起过很好作用。他在《中国农业科学》(1978年第1期)上发表的"小麦早熟育种问题的探讨"，对小麦早熟性研究和早熟育种作了系统的总结和阐述，是他在这一研究领域的代表作。在小麦抗赤霉病育种方面，他肯定了抗扩展在抗赤霉病育种中的特殊意义，并有计划地进行了小麦抗赤霉病育种的原理和途径的研究，使中国抗赤霉病育种在理论、材料和方法等方面均取得显著进展。曾发表"小麦特早熟与抗赤霉病育种问题"论文，是中国小麦抗赤霉病育种上的重要文献，并已引起国际同行的重视。

他先后参与《作物育种学》，《**中国小麦栽培学**》，《小麦育种学》撰写工作，为中国作物科学留下了宝贵的遗产。

（钱纯鸣）

玫瑰麻（roselle） 锦葵科木槿属的一个种，学名 *Hibiscus sabdariffa* L.，一年生韧皮纤维和食用作物。本种有两个变种，一为食用型玫瑰麻 *H. s.* var. *sabdariffa*，其萼片肉质，玫瑰色，可作果汁、果酱、饮料冲剂等；一为纤维型玫瑰麻 *H. s.* var. *altissima*，果萼不能食用，主要获取韧皮纤维。其纤维灰白色，有光泽，主要做纺织麻袋，麻布和制绳索。种子烘烤后可磨粉食用。芽和嫩叶可做蔬菜。

玫瑰麻原产非洲，为自花授粉的短日性植物。后传入南美洲和亚洲。中国于20世纪70年代引种食用型玫瑰麻，纤维型玫瑰麻种植极少。泰国多种植纤维型玫瑰麻。

玫瑰麻茎秆直立，高5米左右，分枝少而短，茎红色或绿色，光滑而略带粘性。基部叶片卵圆形，中部叶为3～5裂掌状裂叶形，稍部为披针形叶。花单生于叶腋；花萼环状，紫色，5裂，萼片三角形；花冠黄色，较萼大；蒴果卵球形、尖头、密生柔毛。食用型玫瑰麻植株较纤维型矮，茎色除红、绿外，绿色茎，还有带紫色斑点类型。叶片较纤维型玫瑰麻宽大（见图）。两者染色体均为2n＝72，为四倍体。



玫 瑰 麻

玫瑰麻性喜高温多湿，需年雨量1 500毫米以上。怕强风袭击。对土壤要求不严格，在酸性土壤和碱性土壤种植，都可正常生长，但必须选择排水良好的地块。栽培技术与红麻类似。整地时需深耕20厘米左右，要求耙平整细。适期播种能显著地提高纤维产量。玫瑰麻生长期较长，占地时间久，常影响后作栽培。

（盛诚桂）

《美国马铃薯期刊》（*American Potato Journal*） 英文，美国马铃薯协会(The Potato Association of American)会刊，除刊登马铃薯研究论文外，还有通讯、综述及科技报道等内容。月刊，每年12期一卷，全卷约700页，小16开本，在美国缅因州(Maine)印行。

（卜慕华）

美国农作物研究机构（research institutes of crops in U. S. A.） 美国农业科研机构(包括农作物科学研究)，由公立和私营两大系统组成。公立研究系统，侧重全国性和所在地区的应用基础理论研究和应用研究；私营研究系统，主要从事实用价值大的应用研究和开发研究。

公立研究机构，由美国农业部(United States Department of Agriculture，简称USDA)，农业研究服务局(Agricultural Research Service，简称A R S)直接领导的研究机构和州立大学农学院领导的研究机构组成。农业部领导的机构承担全国公共研

究任务的40%左右。设四大区农业研究中心：一是贝尔茨维尔农业研究中心（Beltsville Agricultural Research Center，简称BARC），管辖12个州和华盛顿特区的农业科研工作，总部设在马里兰州的贝尔茨维尔镇（Beltsville，Maryland）；二是中北部地区农业研究中心(Mid-North Agricultural Research Center，简称MNARC)，管辖13个州的农业科研工作，总部设在伊利诺伊州的皮奥里亚镇（Peoria，Illinois）；三是南部地区农业研究中心（South Agricultural Research Center，简称SARC），管辖13个州和波多黎各、维尔京群岛的农业科研工作，总部设在路易斯安那州的新奥尔良镇（New Orleans，Louisiana）；四是西部地区农业研究中心(West Agricultural Research Center，简称WARC)，管辖12个州的农业科研工作，总部设在加利福尼亚州的伯克利镇（Berkeley，California）。这四个大区农业研究中心，主要从事全国性和某些国际性的农作物研究项目，如贝尔茨维尔中心设有**农作物**遗传和种质研究所，收集保存和改良来自世界各地的**种质资源**。各州农业试验站则侧重本州或地方性的农作物改进课题。两者研究重点都是培育农作物新**品种**，持续提高农作物生产力和改善农产品品质。

私人研究机构，如设在**玉米**带的"先锋种子公司"（Pioneer Seed Company），主要是培育和经营各种作物尤其是玉米良种，满足本国和一些外国的需要。

（陈厚基）

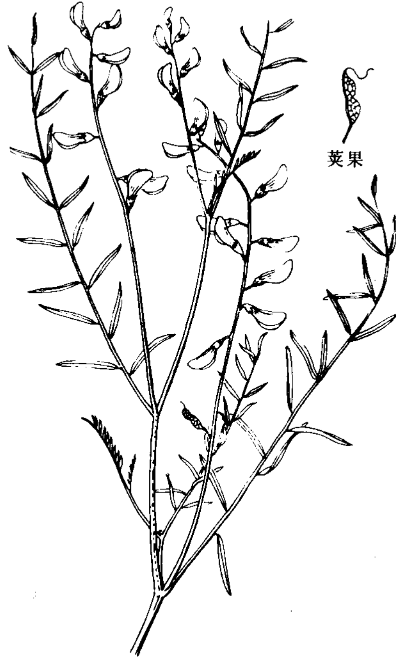
蒙古黄芪

见黄芪。

蒙古岩黄芪 (mongolian sweetvetch)

豆科岩黄芪属的一个变种，学名*Hedysarum fruticosum* Pall. var. *mongolicum* Tucrz.，多年生半灌木。又名羊柴、山竹子。长寿命饲用植物。分布于内蒙古自治区。生长于固定和半固定沙丘。为飞机**播种**的重要草种。

根粗大，入土深达2米以下，具根颈，根茎呈水平分布，向四周伸展，能向地上发出新枝。茎直立，多分枝，高60～120厘米。奇数羽状复叶，有小叶9～17片，植株上下部的叶轴完全着小叶，下部小叶宽椭圆形，先端微凹或凹入；上部小叶条状矩圆形，先端具凸尖。托叶三角形、膜质。总状花序，腋生，花疏生，花冠红色，旗瓣倒卵形，龙骨瓣长于翼瓣而较旗瓣短。子房和荚果有毛，荚果椭圆形，两面稍凸，顶端无尖，有1～3节，内有种子1～3粒，千粒重1.2克左右（见图）。



蒙古岩黄芪

蒙古岩黄芪耐旱又能忍受短期高温和－30℃严寒，故为沙丘地带抗逆性极强的植物。种子硬实率高达80%以上，播前要进行处理。中国北方可顶凌播种、雨季前或趁雨播种。条播，行距30～40厘米，播种深度2厘米，每公顷播量30千克。沙荒地可趁雨撒播。营养价值颇高，播种当年枝条，其营养成分为：水分13.44%，粗蛋白质20.35%，粗脂肪3.78%，无氮浸出物29.79%，粗纤维25.45%，灰分7.19%。适口性好，用于放牧或调制成干草。羊喜食其嫩枝、花果；骆驼则一年四季均喜食。所以它是干旱草原及荒漠草原地区良好饲草。苗期生长慢，头三年产量较低或无产量。

类似的种有山竹岩黄芪 *H. fruticosum* Pall.它生于草原区的沙丘及沙地，适度耐旱，一般不进入荒漠地区。分布于中国内蒙古哲里木盟和赤峰市等地；另一类似种为塔落岩黄芪 *H. fruticosum* Pall. var. *laeve* (Maxim) H. C. Fu Comb. Nov是典型草原沙地植物，较喜暖，产中国内蒙古锡林郭勒盟小腾格里沙地西部、伊克昭盟毛乌素沙地及库布齐沙地东部。

（吴渠来）

孟德尔定律 (Mendel's laws)

G. 孟德尔根据**豌豆**杂交试验结果所提出的最基本的**遗传**定律，包括分离定律和独立分配定律。

孟德尔根据8年豌豆杂交试验，于1865年报告了豌豆杂交试验结果。翌年，他的论文《植物杂交试验》被分别送到欧洲和美洲许多图书馆，但未受到重视。1900年，荷兰的H. 德费里斯(de Vries)、德国的C. 科伦斯（Correns）和奥地利的E. 冯·切尔马克(Vons Tschermak)三位学者用不同材料试验，几乎同时重新发现了孟德尔定律，并发现了孟德尔论文。孟德

尔定律的发现，为近代遗传学的建立和发展奠定了基础。

分离定律　控制一对相对性状的**遗传因子**（现在称为基因）在杂合状态下并不相互混合，而在形成配子的过程中，按原样分离到不同配子中去。孟德尔将开红花和开白花的纯合品种作正反杂交，子一代（F_1）各株均开红花，F_1自交获得的F_2代中，有705株开红花，224株开白花。出现株间性状分离现象，两者之比接近于3∶1。其它6对相对性状的杂交试验均获得了相同的结果（见表）。

豌豆7对性状杂交试验结果

性　　状	F_2显性个体数	F_2隐性个体数	显性隐性的比例
种子性状	5 474　圆	1 850　皱	2.96∶1
子叶颜色	6 022　黄	2 001　绿	3.01∶1
花　　色	705　红	224　白	3.15∶1
豆荚性状	882 饱满	299不饱满	2.95∶1
未熟豆荚颜色	428　绿	152　黄	2.82∶1
花的位置	651 腋生	207　顶生	3.14∶1
蔓茎高度	787　高	277　矮	2.84∶1

F_1所表现的某一亲本的性状称为显性性状，得不到表现的另一亲本的性状称为隐性性状。孟德尔用遗传因子解释上述杂交实验的结果。相对性状由相应的遗传因子所控制，遗传因子在二倍体细胞中成对存在，但在配子中是成单的。例如红花品种有一对显性因子CC，白花品种有一对隐性因子cc，它们的配子中则只有一个C因子或c因子，杂交后的F_1有一对杂合因子Cc，由于显性因子C对隐性因子c的遮盖作用，F_1开红花。C与c因子在体细胞中不相互混合，当F_1形成配子时，又按原样分离到不同配子中去，形成C和c两类配子，在雌雄配子自由结合下形成三种因子组合的后代，1CC∶2Cc∶1cc。CC和Cc开红花，cc开白花，F_2代中红花植株和白花植株之比为3∶1（见图1）

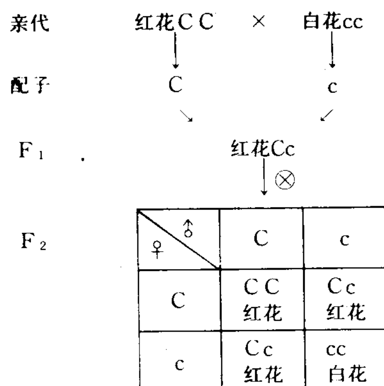


图1　一对遗传因子的杂交结果

独立分配定律　两对或两对以上遗传因子的杂合体形成配子时，各对遗传因子的分离和分配，互不干扰，自由组合。孟德尔用黄色圆粒种子的豌豆品种与绿色皱粒种子的豌豆品种杂交，杂交当代母本植株上所结的F_1种子为黄色圆粒，F_2种子分离成四种类型，共计黄色圆粒315个，黄色皱粒101个，绿色圆粒108个，绿色皱粒32个。其中黄色圆粒及绿色皱粒为亲本类型，黄色皱粒和绿色圆粒为重组类型，四种类型之比接近于9∶3∶3∶1。黄对绿与圆对皱二对性状在F_2中的分离比例仍然分别符合于3∶1。F_2中四种类型及其分离比例刚好是（3/4黄∶1/4绿）与（3/4圆∶1/4皱）的相乘积，符合于两个独立事件同时出现的概率，说明控制这两对性状的遗传因子是彼此独立遗传和自由组合的。以R和r分别代表圆粒和皱粒遗传因子，Y与y分别代表黄色和绿色遗传因子，则F_1为YyRr。按照独立分配规律，F_1应产生频率相等的四类配子，YR、Yr、yR和yr，在雌雄配子自由结合下，形成四种表型的种子，成9∶3∶3∶1的比例（见图2）。

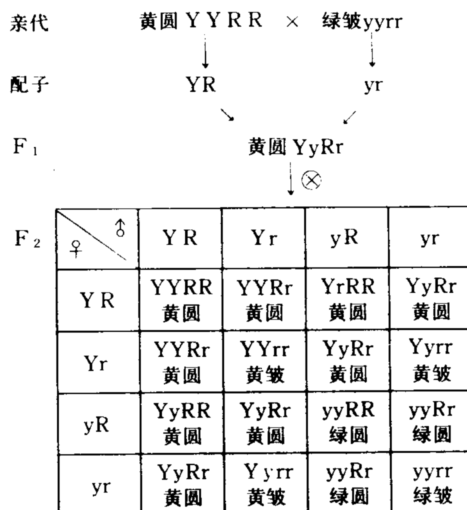


图2　二对遗传因子杂交的结果

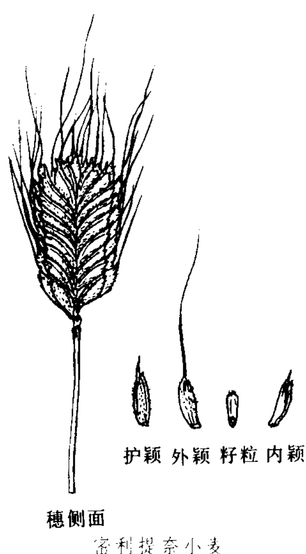
孟德尔用他所首创的**测交**方法验证分离和独立分配定律，实际结果和他所预期的完全一致。

根据孟德尔定律，当显性完全时，具有n对基因的杂合体，由于基因的分离和自由组合，后代中将分离出2^n种表型的个体。例如n等于10时，后代的表型共有1 024种。可见遗传因子的重组是生物发生遗传变异的一个重要来源。有性杂交育种，就是人为地创造遗传因子重组的条件，以便通过自交和选择，育成理想的新品种。（程经有）

密利提奈小麦　小麦属的四倍体种之一，学名 *Triticum militinae* Zhuk. et Migusch.。**染色体数** $2n=4x=28$，**染色体组**型为AAGG。是**提莫菲维小麦**的天然突变体，与提莫菲维小麦的主要区别是籽粒

为裸粒；穗扁平、短宽，小穗着生极密（见图）。

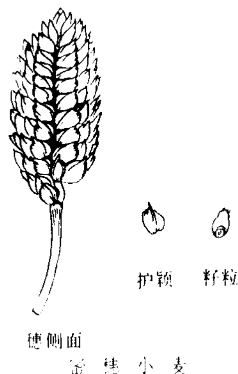
1950年苏联学者在搜集到的提莫菲维小麦中发现该种小麦，类型单一，分布狭窄，仅生长在苏联格鲁吉亚山区。



密利提奈小麦

幼苗直立，叶片、叶鞘及茎节具茸毛。株高100～120厘米，分蘖多，有效分蘖亦多，茎中空。小穗密度D＝50～70，穗长3～5厘米。成熟时穗轴受压可断，折断方式为上节位。小穗基部有茸毛。每小穗3～5朵花，结实2～3粒。护颖较软，长椭圆形，黑褐色，有短茸毛。颖脊明显，颖嘴延长0.5～1.5厘米。易脱粒，籽粒为长椭圆形，红色、硬质。春性。对湿度要求较高。对白粉病、条锈病和叶锈病免疫，高抗秆锈病、腥黑穗病和散黑穗病。能引起种间杂种细胞质雄性不育，也具有恢复花粉育性的Rf基因。 （孙雨珍）

密穗小麦 (club wheat)　小麦属六倍体种之一，学名 *Triticum compactum* Host。**染色体**数2n＝6x＝42，**染色体组**型为AABBDD。穗短而宽，侧面宽于正面，呈椭圆形或棍棒形，穗长约为宽的两倍半，小穗排列极密，小穗密度D＝50左右。籽粒多属软质，蛋白质含量较低，面粉适于制作饼干等食品（见图）。



密穗小麦

世界上一度分布相当广，现在苏联、土耳其、阿富汗、美国和澳大利亚有少量种植。20世纪50年代中国的甘肃、云南、新疆、山西、陕西、贵州、四川、浙江、青海、西藏等省（自治区）均有种植，其中甘肃和云南较多。80年代在甘肃、云南、新疆、西藏等地区还有零星种植或混杂在普通小麦田中。密穗小麦的变种较多，1980年苏联学者汇集世界密穗小麦变种共139个。中国密穗小麦的变种在60年代记载有19个，80年代初在云南和新疆麦类资源考察中，又发现16个变种，其中5个在世界上未见报道。

护颖短于或等于外颖，颖脊仅上部明显，有毛或无毛。外颖有长芒、短芒或无芒。小穗着生与穗轴成直角。籽粒短圆形。有冬性、弱冬性和春性等类型。适于山地种植。有些品种早熟并较耐低温。中国河西走廊的密穗小麦品种耐大气干旱。多数品种易染锈病和白粉病等，但也有个别品种抗真菌病害，特别是抗腥黑穗病。有些国家将密穗小麦用于普通小麦育种中，育成普通小麦推广品种，如苏联的春性强的小麦哈萨克斯坦126（Хазакстанская 126），抗秆锈病的瓦尔捷尼9（Варденик 9）；澳大利亚的抗秆黑粉病品种平那可（Pinnadie）、奥林匹克（Olympic）和抗腥黑穗病的贺荣（Heron）等。 （郑殿升）

棉产改进处 (The Bureau of Cotton Improvement)　1934年在南京孝陵卫设立中央棉产改进所，属全国经济委员会棉业统制委员会领导。所长孙恩麐。1937年抗日战起，业务中断。抗战胜利后，1947年1月在原址恢复重建，改名为棉产改进处，归农林部领导。处长仍为孙恩麐，副处长冯泽芳。处内设生产、经济、检验三个组。在北平、上海、西安、汉口设立四个分处。共有职员589人，技术人员占65%，其中技正以上高级人员52人。

主要任务是改良棉种，指导植棉技术，实施**棉花分级**检验，培训棉业人才及棉业经济研究等。在主要产棉区建立棉场18个，植棉指导区33处，良种轧花厂20个，棉花检验所5个，**棉花检验**区15处。此外还兼办麻作改进工作，设有麻种场一个及植麻指导区一处。

主要出版刊物有《中国棉讯》（半月刊）、《中国棉业》（季刊）、《中国棉业副刊》（双月刊）及《中国棉业丛书》等。1949年中华人民共和国成立后机构撤销。 （陈　仁）

棉酚 (gossypol)　**棉花**及其亲缘植物体内所含的多酚物质，存在于植株各部分的褐色点状色素腺体中（见图1）。棉酚及其衍生物约占色素腺体内含物的30～50%。棉株各部分棉酚含量与其色素腺的数目呈正相关。通常棉子种仁和花蕾中的棉酚含量最多，其次是叶片和茎秆，根是合成棉酚的主要器官。在陆地棉种仁中，棉酚含量一般为1.2～1.4%。因多酚类物质具有毒性，凡含有棉酚的棉子所榨出的棉子油和提取的棉子蛋白质，需经脱酚处理后，才能食用。棉株的色素腺体可使植株对病虫具有一定的抗性，对不良环境也有较强的适应能力。

棉酚是1899年俄国人Л. 马尔赫列夫斯基（Мархлевский）从榨油的棉子残渣中离析出来的。由于这一化学物质主要存在于棉属(*Gossypium*)植物体中，并属于多酚(phenol)类，因而取用二词的首尾命名为棉酚。棉酚的化学名称是1，1′，6，6′，7，7′-六羟基-5，5′-二异丙基(2，2′-二萘基)8，8′二羧基醛；分



图 1 棉子仁中的色素腺体

子式为$C_{30}H_{30}O_8$，化学结构式如图2。在不同情况下，还有羟基醛内醚式和环状羟基两种互变体。棉酚还具有不同的旋光性。分子量为518.5。用丙酮、乙醚等溶剂可从棉仁中提取纯棉酚。纯棉酚呈黄色结晶状，熔点为184～214℃，能溶于石油醚、丙酮、氯仿及碱溶液，但不溶于水。棉酚在棉株中以两种形式存在：①游离棉酚。可用石油醚等溶剂直接提取出来的大部分棉酚，对单胃动物有毒性；由于反刍动物胃中酶的作用，可使棉酚毒性消失。因此，棉仁饼或棉子饼可用于饲喂牛羊。②结合棉酚。残留在组织中与蛋白质结合的一小部分棉酚，无毒性。

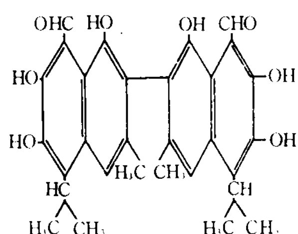


图 2 棉酚化学结构式

游离棉酚具有杀虫性能，因此棉株中的色素腺体对棉铃虫、烟芽夜蛾、棉红铃虫等具有抗性，对某些微生物、铃病、苗病的为害也有一定的抑制作用。棉酚具有防腐、抗氧化、抗聚合的作用，在工业上广为应用；还可制作镇咳等药物。含有棉酚的棉子经蒸煮、热压、湿热或加水溶性铁盐处理使其成为变性棉酚，都可失去毒性。在棉子种仁加工中可采用已烷提取油脂，并用旋液分离器从蛋白质颗粒中分离出完整的色素腺体。一般采用加硫酸亚铁的脱毒工艺，比较简便有效。育种中可选育不含色素腺体，即低棉酚或无棉酚品种，以提高棉子种仁的利用价值（见**棉子品质育种**）。

（项时康）

棉花（cotton） 简称棉。锦葵科棉属*Gossypium* L.，是唯一由种子生产纤维的**农作物**。棉纤维是纺织工业的主要原料；棉子含油分、蛋白质，是食品工业的原料；棉短绒也是化学工业和国防工业的重要物资。

棉属中包括许多棉种，其中有4个栽培种：**草棉**、**亚洲棉**、**陆地棉**和**海岛棉**。栽培最广泛的是陆地棉，其产量约占世界棉花总产量的90%；海岛棉约占5～8%；亚洲棉约占2～5%；草棉已很少栽培。

生产概况　全世界自47°N～32°S的地区均有棉花种植。20世纪50年代以来，世界棉田总面积大致稳定在3 200万公顷左右，大多分布在暖温带、亚热带和热带。按纬度和棉花收花期，可分为三个植棉带：①北带。20°N～47°N，收花期为9月至12月，包括亚洲大部、北美洲南部、非洲北部和欧洲局部地区，其棉田面积约占世界棉田总面积的80%；②中带。0°～20°N，收花期为1月至4月，包括中美洲、南美洲北部、亚洲南部及东南部和非洲中部，面积约占8%；③南带。0°～32°S，收花期为5月至8月，包括南美洲大部、非洲中南部和大洋洲，面积约占12%（见图1）。

全世界有70多个产棉国。年产**皮棉**100万吨以上的国家有中国、美国、苏联和印度；40万～80万吨的有巴基斯坦、巴西、埃及和土耳其。以上8个国家合计产量约占皮棉总产量的85%。20世纪以来，由于单位面积产量不断的提高（图2），世界棉花产量逐步增长。1951～1985年中国、美国、苏联和印度4个主要产棉国总产量变化很大；自1982年以来，中国跃居世界的首位（图3）。

中国的棉花生产大致分布在18°N～46°N，南自海南省，北到辽宁省南部和新疆维吾尔自治区北部，均有棉花栽培。主要分布在黄河流域和长江流域。根据气候、土壤和栽培等条件的不同，划为五个棉区：黄河流域棉区、长江流域棉区、西北内陆棉区、北部特早熟棉区和华南棉区（见**中国棉区**）。19世纪到20世纪初叶，中国的棉花自给有余，20世纪30年代，年产皮棉50万吨以上，1936年最高，达84.85万吨。1937～1945年抗日战争期间，棉花产量急剧下降。1946～1949年，全国年产皮棉仅40万吨左右。1949年以来，棉花的总产量和单位面积产量增长迅速（图4）。1983、1984和1985年三年皮棉总产量分别达到463.7万吨、607.7万吨和415.06万吨，比1949年增长10倍以上，约占世界棉花总产量的1/4。而且纤维品质有所提高，平均纤

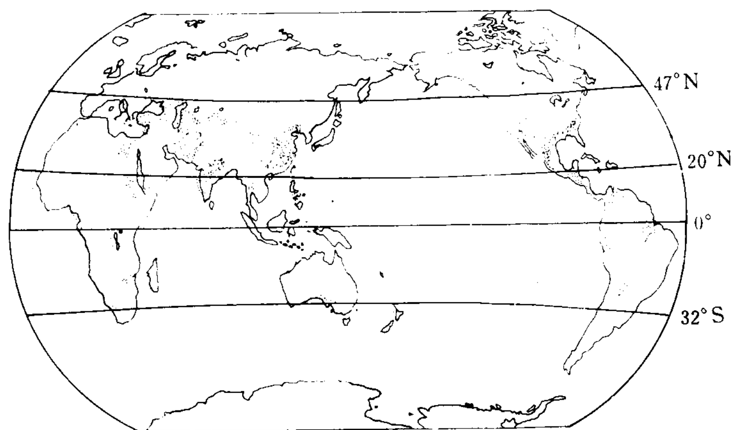


图 1 世界棉花生产分布

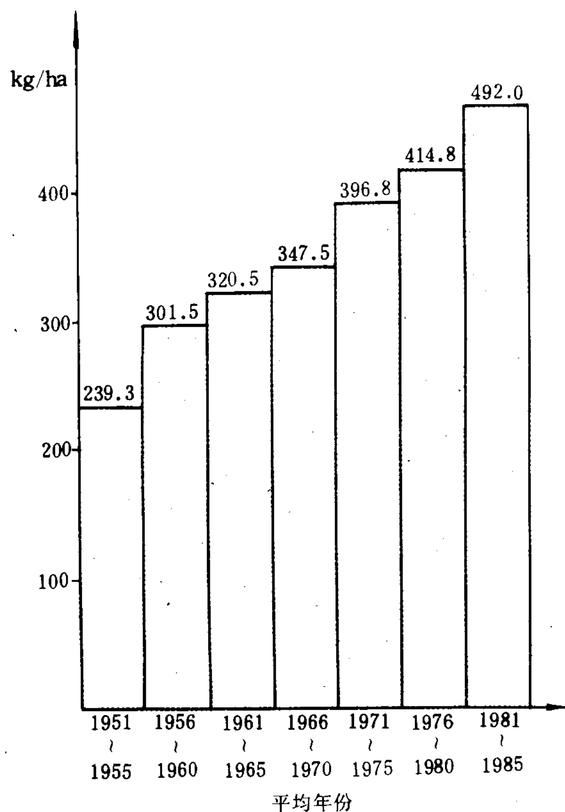


图 2 1951～1985年世界棉花的单位面积产量（5年平均值）

维长度比1949年增长4～7毫米，衣分增加3～5%。

起源 棉花原产于高温、干旱、短日照的热带和亚热带的荒漠草原，是多年生的亚灌木或小乔木。经过人类长期栽培驯化，才逐步成为栽培的一年生作物。

根据棉花的形态学、细胞遗传学和植物地理学的研究，一般认为棉属包括39个种，除4个栽培种外，其余均为野生种。各棉种的**染色体**基数x＝13，可概分为二倍体和四倍体两大类群。

二倍体类群（2n＝2x＝26）有33个棉种，它们的地理分布不同，其**染色体组**的染色体形态结构也各异。根据其亲缘关系和地理分布，可划分为A、B、C、D、E、F、G七个染色体组。栽培种草棉和亚洲棉属于A染色体组。其余31个野生种分别属于另外6个染色体组，分布在非洲、大洋洲和中南美洲。据分析，棉属中7个染色体组的染色体相对大小和脱氧核糖核酸（DNA）相对含量是不同的。各染色体组的染色体相对大小顺序是 C＞E＞F＞B＞A＞G＞D；各染色体组的DNA相对含量顺序是C＞G＞A＞E＞F＞B＞D。其中D染色体组的染色体相对大小和DNA相对

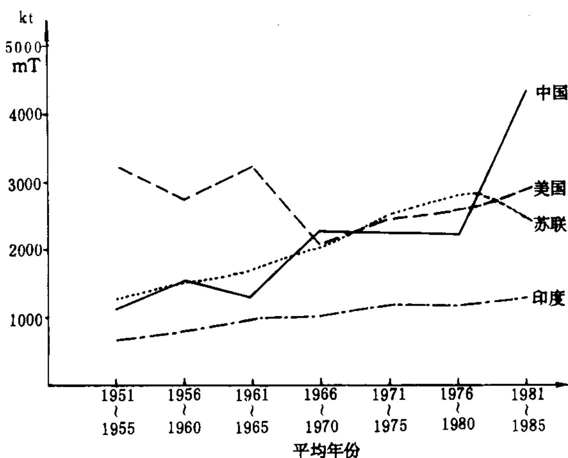


图 3 1951～1985年世界4个主要产棉国的棉花产量

含量都是最小的，因而普遍认为D染色体组是棉属进化中最原始的祖先。其他的染色体组可能都是通过DNA重复顺序的增加而由D染色体组衍生形成的。但也有人根据棉属内各染色体组间杂交所产生的杂种，在减数分裂过程中染色体配对时，观察到凡与E染色体组杂交产生的杂种出现单价染色体的频率均为最高，因而提出E染色体组可能是棉属最原始的祖先。

四倍体类群（2n＝4x＝52）有6个棉种，分布在中南美洲和其邻近岛屿，均是由二倍体棉种的A染色体组和D染色体组合成的异源四倍体，即双二倍体AADD。陆地棉和海岛棉是其中的两个栽培种，其余4个野生棉种中有两个种，即茅叶棉 *G. lanceolatum* Tod. 和达尔文氏棉 *G. darwinii* Watt，有人把它们分别归类于陆地棉和海岛棉的变异类型。这两个棉种的分类，尚有争论（见**棉属分类**）。关于异源四倍

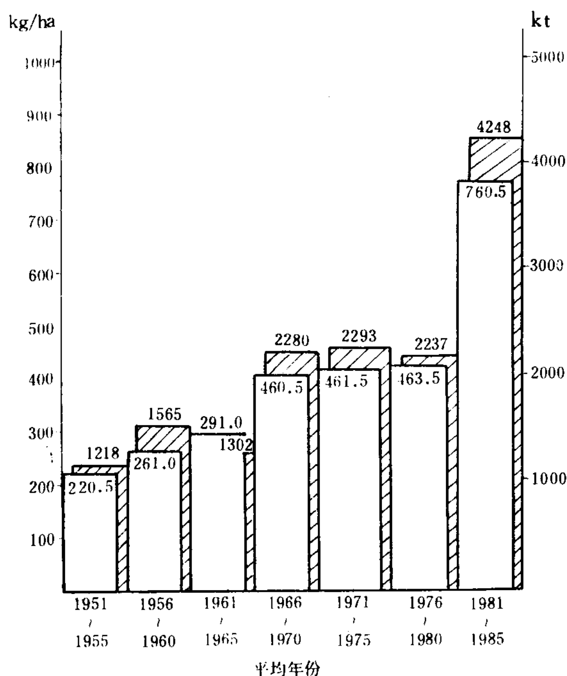


图 4 1951～1985年中国棉花总产量和单位面积产量（5年平均值）

体的起源，普遍认为在白垩纪后期或第三纪初期，由D染色体组的美洲野生棉与A染色体组的非洲野生棉天然杂交和染色体数目加倍而形成的。1934年A．斯柯夫特(Skovsted)最先提出上述论点。1940年J．U．比斯利(Beasley)和S．C．哈兰(Harland)分别根据对亚洲棉与美洲的野生瑟伯氏棉（*G. thurberi* Tod.）的种间杂种F_1的细胞学观察证实了这一推论。1953年和1956年D．U．格斯特尔(Gerstel)、1960年J．E．安德雷塞(Endrizzi)和L．L．菲里普斯(Phillips)等人对棉花种间杂种细胞学的研究，进一步证明异源四倍体的A染色体组来自原产非洲的草棉变种非洲棉 *G. herbaceum* var. *africanum*，其D染色体组来自原产美洲的雷蒙德氏棉 *G. raimondii* Ulbr.。至于这两个棉种如何相遇杂交，是由于大陆漂移、种子或根基的海洋漂流，抑或由于人类携带，各种假说尚无定论。

棉属的各个种除欧洲外，在非洲、亚洲、大洋洲和中美洲都有分布，而且各染色体组的棉种在地理分布上大多数互不重叠，因此似可认为棉花起源是多中心的。根据大陆漂移假说和棉属起源的研究，一般认为棉属的祖先出现在联合的古大陆，即最早起源于非洲中部。在白垩纪，由于地质变迁，大洋洲、南美洲与古大陆发生了分离和漂移，造成地理隔离，因而形成了棉属的多元分布。

植棉简史

世界植棉史 草棉最先由非洲传播到阿拉伯一些地区种植，然后传入伊朗、巴基斯坦和中国，同时传入地中海沿岸。亚洲棉最先在印度广泛种植。印度河流域古墓中发掘的碎布，证明印度在公元前3 000多年已种植棉花，并进行棉纤维的纺织。亚洲棉后来从印度向西传播到地中海沿岸和欧洲，向东传播到东南亚各国以及中国、朝鲜和日本（见图5）。

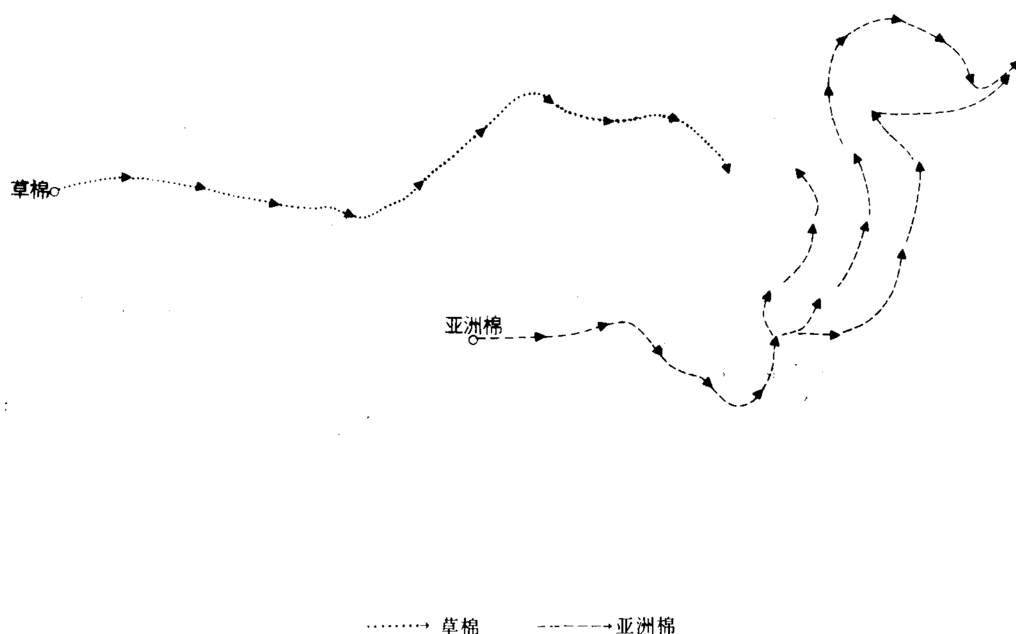
15世纪欧洲人到达美洲以前，当地印第安人已经普遍种植棉花并从事棉纤维纺织。在秘鲁中部曾发现距今1 500年的棉铃和棉纤维，并在古墓中发掘出棉织品，考古证明它们是早期驯化的海岛棉遗物。在墨西哥的考古证明，约在5 500年前该地区已存在类似于陆地棉大铃类型的栽培种。这些事实都表明新大陆和旧大陆的棉花种植驯化是分别进行的。

自从18世纪轧花机、纺纱机、飞梭、织布机相继发明后，棉纺工业技术得到显著改进，从而推动了棉花生产的发展，使陆地棉和海岛棉不仅在美国、墨西哥、秘鲁、巴西等国家广泛种植，而且还向亚洲、非洲和欧洲等地区大量传播。

由于陆地棉的铃大、产量高、纤维品质较优，美国最先从墨西哥引入，后向各国广泛传播。海岛棉从美洲传入埃及后驯化为一个新的类型，即埃及棉。埃及棉的纤维细长，品质优良，在尼罗河流域广泛种植，从而使埃及发展为世界长绒棉的主要生产国。苏联等国种植的一些海岛棉品种，也多是利用埃及棉杂交育成的。

中国植棉史 中国长江以南、西南和西北边远地区植棉历史悠久，并早已进行纺织。战国（公元前475～前221年）时根据古史资料编写的《禹贡》记载："岛夷卉服，厥篚织贝。"《后汉书·南蛮传》记载："哀牢人，……有梧桐木华，绩以为布。"公元5世纪的《南越志》记载："桂州出古终藤，结实如鹅毛，核如珠珣，治出其核纺如丝绵，染为斑布。"公元7世纪的《梁书·西北诸戎传》记载："高昌国……，多草木，草实如茧"。这些历史文献都说明中国的海南岛、云南西部、广西桂林和新疆吐鲁番等地在距今2 000多年以前已经广泛种植棉花。20世纪70年代在福建省崇安县山区崖洞古墓中发掘出距今3 300年、相当于商代的棉织布片；在新疆的巴楚县和吐鲁番的晚唐遗址中多次发掘出距今千年以上的草棉种子和棉织品。中国古代文献提到的织贝、吉贝、古贝、帛叠、白叠、梧桐木、古终藤等名称，就是指的棉花或泛指棉织品；它们都是不同地区从梵语、马来亚语或阿拉伯语音译而来的。后来，为了区别于蚕吐丝形成的绵，把由植物开花结实产生的绵，称为木绵。以后，逐渐把"绵"字改写为"棉"字，普遍称之为木棉，或棉花。

宋末元初，长江、黄河流域种植棉花已渐普遍。当时松江府乌泥泾（今上海县华泾镇）的黄道婆曾在崖州



⋯⋯→ 草棉 ------→亚洲棉

图 5 中国古代棉花传入路径

（今海南省崖县一带）向黎族同胞学习植棉和棉纺技术，返故乡后，积极进行技术传播，对推动江南植棉和棉纺业的发展作出了很大的贡献。元、明、清朝代均提倡植棉，并设官征税。清朝皇帝康熙作《木棉赋》，乾隆为《御题棉花图》写诗，这些都表明当时政府对棉花生产的重视。

中国古代的棉花是从国外分两路传入的。北路传入草棉，由阿拉伯经伊朗、巴基斯坦传到中国的新疆，再传入甘肃、陕西一带。南路传入亚洲棉，由印度经缅甸、泰国、越南传入中国的云南、广西、广东、福建等省（自治区），再传到长江、黄河流域。这就是以往普遍种植的中棉。多年生的海岛棉于1918年在云南省开远县发现，且开远、宾川、元谋等县均早有种植，但究竟于何时何地引入，尚待考证。

中国于1865年开始从美国引种陆地棉，首先在上海试种。当时的资本主义商品生产促使了中国纺织工业兴起。由于中棉纤维粗短，不能适应机器纺织需要，多次从美国引入陆地棉。中华民国初年推行“棉铁政策”，奖励植棉，积极发展棉纺工业。1914年以后，从美国大量引入陆地棉品种：脱字棉(Trice)、爱字棉(Acala)、金字棉(King)等，在全国主要产棉区试种推广。1933～1936年又从美国引入德字棉531、斯字棉4号、珂字棉100等品种进行试种。结果表明，其中金字棉在东北辽河流域棉区、斯字棉在黄河流域棉区、德字棉在长江流域棉区表现良好，增产显著。但由于缺乏良种繁育和检疫制度，品种退化严重，并且带来了棉花枯萎病和黄萎病的侵害。1950年以后开始有计划地引入岱字棉15，经全国棉花区域试验，明确推广地区，集中繁殖，逐步推广，并加强防杂保纯工作，使品种利用期大为延长。自1958年以后，陆地棉品种基本上取代了广泛栽培的中棉。60～70年代又先后从美国引入一些品种，并开展引种联合比较试验。其后中国棉花育种工作有显著进展，育成和推广了一些适于各棉区种植的优良品种。所以国外引入品种多作为育种亲本，很少在生产上直接推广应用。这表明中国棉花育种工作已进入一个新的发展阶段。

此外，在20世纪50年代曾从苏联、埃及、美国引入一年生海岛棉品种进行试种。苏联的海岛棉能适应于新疆南部种植，并已从中育成一些新的优良品种进行推广。

中国自引种陆地棉以来，棉花栽培技术相应地有很大发展。整地、播种、行株距配置、施肥、病虫防

治、灌溉等田间管理水平都有显著提高。特别是50年代开展营养钵育苗移栽的研究和推广（见**棉花营养钵育苗移栽**）,70年代塑料薄膜覆盖栽培技术的大面积推广（见**地膜覆盖植棉**），促使部分棉区种植制度的改革（见**棉田种植制度**），提高复种指数，因而促进棉花产量显著增加。

形态特征　棉花为根深、叶茂、分枝多、开花期长的大株作物。

根　直根系：主根深达2米左右，加上侧根和众多的根毛组成发达的圆锥根系。在苗期和蕾期，主根的生长速度显著超过茎秆生长，且侧根和根毛的再生力很强，是根系吸收能力最盛时期。花铃期以后，根系生长减慢，主侧根逐渐停止生长和延伸。

茎　主茎直立，茎色因表皮细胞内花青素的形成，将随棉株生长的老化而由绿色转为紫红色。主茎在初花期前后7天左右，生长最快，到成熟时可高达1～1.5米。主茎上叶腋间可分化出叶枝和果枝。叶枝，又称营养枝或木枝，多生长在主茎下部，一般有2～4个，斜直向上生长，不直接着生蕾铃。果枝生长在主茎中、上部的节位上，随着它的混合芽分化向外伸展，长出许多果节，每节花芽均能形成蕾铃（图6）。棉株成熟时一般有10～16个果枝。根据果枝的长短和分布，株形可分为塔形、筒形和倒塔形。

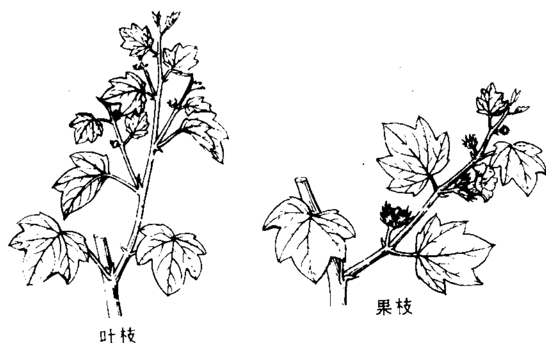


图6　棉花的叶枝和果枝

叶　棉子发芽后平展出两片肾形的叶片，称为子叶，主要是储藏养料，也能进行光合作用，制造养料，

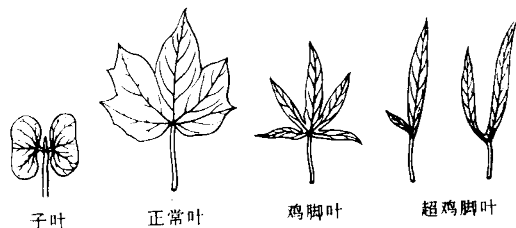


图7　棉花的子叶和真叶

供幼苗生长。在子叶以上各节及分枝上着生的叶片，称为真叶。棉花叶形多呈掌状分裂，一般有3～5个裂片，裂口深浅和裂片宽窄因棉种和品种不同而异。一般陆地棉的叶片裂刻较浅，海岛棉的叶片裂刻较深。如叶片裂刻深度接近叶柄；裂片狭窄形似鸡爪的，称为鸡脚叶；形似柳叶的，称为超鸡脚叶（图7）。在叶片和叶柄连接处为中脉与几条侧脉的汇集点，称为叶枕，或称叶基点。因该处薄壁细胞可因光照强弱不同而发生相应的变化，致使叶片能作向日性的转动。这种感光反应，亚洲棉一般比陆地棉更敏感。

花　棉株上的幼小花芽，称为蕾。其外被三片苞叶，呈三角锥形。苞叶对花朵具有保护作用，并能进行光合作用，制造养分，供应花和铃发育的部分养分。一般肉眼可见苞叶基部约3毫米宽时，称为现蕾。第一果枝现蕾，标志棉株已由营养生长进入与生殖生长同步进行的时期。从现蕾到开花的天数，称为蕾期。陆地棉的蕾期一般为22～26天。

随着幼蕾长大，花器各部分发育逐渐完成。在每片苞叶外侧的基部有一蜜腺，能引诱昆虫。花为两性花，花瓣5片；陆地棉花瓣一般为乳白色；海岛棉为黄色，其基部有紫斑。围绕花冠基部有顶部呈波浪形的花萼，其基部也有蜜腺。雄蕊数目很多（60～100个），花丝基部联合成管状，包被花柱和子房，称为雄蕊管。每个花药含有很多花粉。花粉粒为球状，多刺状突起，易为昆虫传带而粘附到柱头上。棉花是常异花授粉作物，其天然杂交率为3～20%。雌蕊由柱头、花柱和子房3部分组成。子房含有3～5个心皮，形成3～5室；每室着生7～11个胚珠，每一胚珠受精后，将

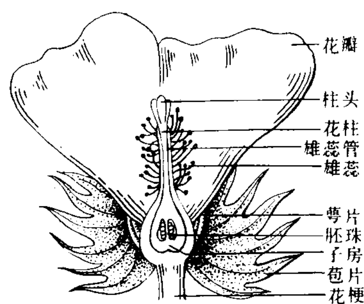


图8　棉花的花朵纵剖面

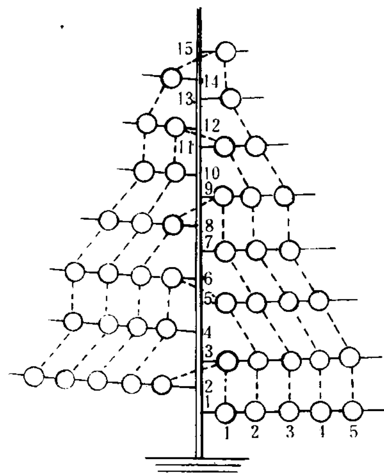


图9　棉花的现蕾开花顺序示意

发育为一粒棉子(图8)。

现蕾开花具有一定的顺序性。以第一果枝基部为中心,从第一果节开始呈螺旋曲线由内围向外围出现。相邻果枝上相同节位的现蕾或开花间隔日数为2～4天;同一果枝上相邻节位的现蕾或开花间隔日数为4～6天(图9)。

铃　花朵开花受精后，其子房发育为蒴果，称为铃;状如桃，俗称棉桃(图10);自开花到**棉铃**成熟开裂吐絮的天数，称为铃期。陆地棉一般铃期为45～55天。

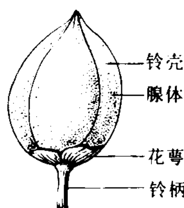


图10　棉　铃

种子　随着棉铃的发育，种子也迅速发育成熟。棉花种子的特点在于它的种壳着生纤维和短绒，总称之为**子棉**(图11)。

纤维是由受精后胚珠的表皮细胞经过伸长和加厚而形成的。受精后20～30天为纤维伸长期;以后25～30天为纤维细胞内壁加厚期，主要是纤维素在初生壁上沉积，由于昼夜温差而呈现明显的层次，称为日轮。纤维的伸长期和加厚期是先后交错的。成熟的纤维呈扁平管状，并形成许多转曲，这是栽培棉种特有的性状。纤维品质因棉种和品种不同而有很大差异。在四个栽培棉种中，陆地棉和海岛棉的纤维品质显著优于亚洲棉和草棉(见**棉纤维**)。

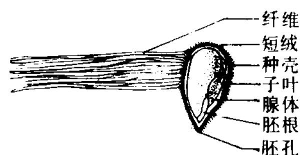


图11　子棉纵剖面示意

子棉轧去纤维后，种子表面大多数还密集着生一层短粗纤维，称为短绒。它是开花受精后由胚珠外表皮上的生毛细胞发育而成。陆地棉种子外壳大都被有短绒，称为毛子;外壳没有短绒形成的,称为光子。海岛棉的种子大多为光子,或仅在种子一端稍有短绒(见**棉子**)。

此外，棉属及其近缘植物的植株各部分普遍可以看到褐色点状的腺体,其中含具有毒性的**棉酚**。它对病虫侵害和不良环境具有高度抗性和适应性，是棉属进化的保护性状之一。

对环境条件的要求　棉花从出苗到棉铃成熟吐絮的**生育期**一般为150～200天。按其生育期间形态的变化通常分为苗期(出苗到现蕾)、蕾期(现蕾到开花)、花铃期(开花到吐絮)和成熟吐絮期。这四个时期反映了棉株内在生理变化的特点及其对环境条件的不同要求。

温度　棉花为喜温作物，在生育期间需要较高的温度，种子萌发的最低温度为10～12℃，棉苗生长的最适温度为20～25℃。现蕾最低温度为19～20℃。温度升高，现蕾加快，若温度超过30℃，由于主茎顶芽生长旺盛而使果枝发育受到抑制，现蕾反而减慢。开花结铃期的最适温度为25～35℃;昼夜温差较大，有利于开花结铃。如果日最低温度低于15℃，或日最高温度高于35℃，均不利于花粉发育,影响开花授粉,引起**蕾铃脱落**。棉铃成熟吐絮时期要求温度在20℃以上;低于16～20℃，将影响纤维发育和棉铃成熟。

棉花一生需要一定的热量才能完成其生育周期,通常用**积温**表示。据研究，陆地棉整个生育期间所需≥15℃的活动积温约为3 000～3 600℃。早熟品种和晚熟品种因对活动积温要求不同,所需生育期分别为150天和220天左右。

光照　棉花为短日照作物。一般棉苗需要在日平均温度20～25℃条件下,经过18～30天的8～12小时短日照才能现蕾开花。由于大多数陆地棉栽培品种长期在高纬度地区驯化和选择，对短日照已不甚敏感;但长期在南方栽培的品种和原产热带的野生棉种对短日照要求非常严格;如将其向北方引种，必须进行短日照处理，才能现蕾开花。棉花在生育期间喜光照，不耐荫蔽。棉叶的光饱和点较高,为7万～8万勒克斯;其光补偿点亦较高,为1～2000勒克斯。棉花是C_3类型植物，在高氧浓度下具有较强的光呼吸作用，故光合生产率较低。

水分　棉花的生育期长，枝多叶大,蒸腾系数大,需水较多。由于根系发达,吸水力强,也较能耐旱。棉花每生产1千克干物质，约耗水300～1 000千克，高于一般旱地作物的需水量。棉花的需水量一般随气温上升、叶面积系数增大而逐渐增加，苗期需水较少,蕾期需水逐渐增多，到盛花期需水最多，吐絮后又日趋减少。一般从现蕾到吐絮阶段的耗水量约占全生育期总耗水量的60～85%，而苗期和吐絮后约占总耗水量的15～40%。土壤含水率宜保持在田间最大持水量的60%左右，低于55%或高于80%,均对棉株发育不利。

空气　棉花进行光合作用时，要求二氧化碳最适浓度为0.1%左右;二氧化碳的补偿点为0.01%左右,饱和点在0.3%以下。而近地面层空气中二氧化碳浓度一般只有0.03%，经常不能满足其需要。如增加空气中二氧化碳浓度，则可提高棉花光合作用强度。但如土壤中二氧化碳含量过多，相对地减少了氧气，将影响根系呼吸强度,有碍肥水吸收,不利于根系发育。土壤中空气容量以30%为宜。

土壤　棉花要求土壤深厚，土质疏松，土壤水分适宜，地下水位低。棉花具有轻度耐盐碱能力，可在含0.2%以下盐分(氯化物)的土壤中正常生长。土壤盐分高达0.2～0.3%，出苗困难，生长受抑制，植株矮小;盐分超过0.4%,不能出苗。棉花对土壤酸碱度适应性较广，在pH6.5～8.5范围内均能正常生长,但以中性至微碱性为宜。

养分　棉花生育期间除了需要大量的氮、磷、钾

及钙、硫、镁、钠、铁等元素以外，同时需要硼、锰、锌、铜、钼等微量元素。盛花期以前，营养生长占优势，对氮素吸收量较大，棉花一生所需的氮素约有70%以上是在现蕾到开花结铃期间吸收的；磷素的70%左右、钾素的65%以上都是在开花到成熟吐絮期间吸收的。表明盛花期后、氮素、钾素吸收量相对减少，而磷素吸收量相对提高。

以上各种外界环境因素都会影响棉株的内在生理活动和外部形态结构，而且这些因素是相互交错发生作用的。棉花蕾铃脱落主要是由于不良环境因素的综合影响，导致了棉株营养生长和生殖生长的失调而造成的（见**蕾铃脱落**）。为了减少蕾铃脱落，促进高产优质，在生产过程中需按棉株各个生育时期对外界环境条件的要求，采用相应的栽培措施，调节某些环境因素的有利作用，从而发挥棉株的生产潜力。

综合利用

纤维　棉花主要作为纺织工业原料。纺织上的利用价值取决于纤维品质。长度是纤维品质中一项重要指标：纤维愈长，纺纱支数愈高。纤维同时需要具有较好的强力和细度。根据纺织工艺要求，世界棉花生产按纤维长度可分为5类：①短绒棉（20.5毫米以下）；②中短绒棉（20.6～26.0毫米）；③中长绒棉（26.1～28.5毫米）；④长绒棉（28.6～35.0毫米）；⑤超级长绒棉（35.1毫米以上）。棉纺织工业中需要量最大的是中长绒棉和长绒棉；超级长绒棉主要用于纺织优质细纱。短绒棉和中短绒棉主要用于纺织粗纱，或作絮棉用。纤维强力一般以单纤维拉断的重力（克）为单位：陆地棉的强力约3.5～4.5克，海岛棉约4.2～5.5克。纤维细度一般用公制支数表示，即1克纤维的总长度（米）：陆地棉的公制支数约5 000～6 500米/克，海岛棉约6 500～8 000米/克（见**棉纤维**）。

棉纤维织品具有化学合成纤维不能比拟的许多优点：吸湿性、透气性和保暖性较强，手感柔软，穿着舒适，染色牢固；而且棉纤维是通过栽培天然形成，资源供应永不枯竭。其缺点是较不耐磨，强度较差，弹性不足，穿着不够挺括。所以，需要加强棉纤维品质改良，研究棉织品的后处理。

棉子　是棉花生产的主要副产品。其产量约相当于纤维产量的1.5倍，是食品和饲料工业中油料和蛋白质的重要资源。棉子包括3部分：①短绒，约占棉子重的12%左右；其长短不一，可经剥绒机剥绒三道。一道绒（12～16毫米）适于制作棉毯、绒毛、绒布等，或制作耐磨的钢纸。二道绒（12毫米以下）经浓硝酸等化学处理，可作军用的无烟火药，或制作赛璐珞等。三道绒（3毫米以下）经化学处理可作粘胶纤维或醋酸纤维等。②种壳，约占棉子重的40%，含有木质素、纤维素和多缩戊糖等。经化工处理可以生产糠醛、丙酮、丁醇、酒精、甘油等产品；也可制作活性炭。棉子壳还可作为食用菌和药用菌的天然培养基。③种仁，约占棉子重的50%。其含油率为35%左右，具有较多的不饱和脂肪酸，适于食用。精制的棉子油可制作人造黄油；并可提取亚油酸，作为药品。种仁中含蛋白质为30～35%；经过脱脂后的棉仁粉蛋白质含量可达43～50%。其赖氨酸含量在氨基酸组成中约占6%，远超过稻、麦、玉米的含量。此外，还含有多种维生素，尤以维生素E较多（见**棉子**）。但是棉子仁中含有棉酚，具有毒性，故需经过脱毒处理才能食用（见**棉酚**）。现已育成不含或少含棉酚品种，其种仁榨油后的棉仁粉可直接制作各种高蛋白食品和饲料。

棉秆　可加工压制为纤维胶合板，代替木材制作家具。棉秆皮的纤维素可以加工制造牛皮纸和包装纸。新鲜棉秆皮剥出后，经浸泡发酵脱胶，可代替麻纤维制作麻袋和绳索。

棉根和棉子含有的棉酚也可提取制作为杀虫、防腐、抗氧化、抗聚合的化学产品。而且可制作为御寒及镇咳等药剂。此外，花朵内外和叶片背面主脉上具有能分泌蜜汁的蜜腺，且花期长，也是发展养蜂业的一种蜜源作物。

棉花生产的发展趋势必然是在提高单位面积产量的同时，改良纤维品质，特别是纤维的强度和细度，以适应纺织技术革新的需要。针对生产问题，需加强抗病、抗虫、抗逆和棉子品质的育种工作，并探索高效率、低成本的栽培技术。进一步开展综合利用的研究，使棉花成为棉、油、粮等多种用途的作物。

参考书目

中国农业科学院棉花研究所主编：《中国棉花栽培学》，上海科学技术出版社，上海，1983。

孙逢吉：《棉作学》（修订二版），正中书局，台北，1970。

Kohel，R.J. and C. F. Lewis，eds.，*Cotton*，*American Society of Agronomy*，Inc　Madison，Wis，USA，1984.

（季道藩）

棉花病害（cotton diseases）　棉株在生育过程中，受寄生物的侵袭或某些不良环境因素的影响，使正常的生理机能受到破坏而造成减产和纤维品质下降。其中由寄生物引起的侵染性病害是主要的，少数是不良环境因素引起的生理性病害。寄生物有真菌、细菌、线虫、病毒和类菌质体，以前三者为主，其中又以真菌引起的病害最多，也最严重。棉花病害在世界各产棉国普遍发生。美国1956～1980年统计，每年由于棉花病害造成的损失，平均约为皮棉总产的12.8%。苏联常年因病害损失子棉50万～60万吨。中国仅枯萎病和黄萎病为害，每年损失皮棉7.5万～10万吨。

中国的棉田大都多年连作，特别从改种陆地棉以来，多次国外引种和各产棉区间的大量调种，由于过去忽视对带菌种子的严格检疫，致使病害日益蔓延。已记载的棉病有40多种，其中苗期和铃期病害比较普遍；

枯萎病和黄萎病在不少地区已造成较大损失，茎枯病在低温、多雨年份常突发流行，红叶茎枯病在高温、干旱和土壤瘠薄地区引起生理性早衰；角斑病主要在海岛棉上发生。

苗期病害　中国棉区的苗期病害多发生在4月至5月间，发病率一般在50%以上，死苗率为5～10%；低温、多雨年份则更为严重。已发现的棉苗病害有20多种，因为害部位不同，分为根病与叶病两种。根病常导致出苗前的烂子、烂芽和出苗后的根腐或茎基腐，是造成棉田缺苗断垄的主要原因。主要病原菌有：立枯病 *Rhizoctonia solani*、炭疽病 *Glomerella gossypii*、红腐病 *Fusarium* spp.、猝倒病 *Pythium aphanidermatum*，*P. debaryanum*、黑根腐病 *Thielaviopsis basicolaol*、白绢病 *Sclerotium rolfsii* 和枯腐病 *Macrophomina phaseoli* 等。叶病为害棉苗的子叶、真叶和茎，严重时茎顶端和叶片凋枯脱落。主要病原菌有：轮纹斑病 *Alternaria* spp.、茎枯病 *Ascochyta gossypii*、疫病 *Phytophthora boehmeriae*、褐斑病 *Phyllosticta malkoffii*, *P. gossypina*、印度炭疽病 *Colletotrichum indicum* 和角斑病 *Xanthomonas campestris* pv *malvacearum* 等、炭疽病和红腐病菌也为害子叶。由于自然条件的差异，各地苗病发生情况不尽相同。除立枯病普遍发生外，北方棉区红腐病和猝倒病比南方重，南方棉区炭疽病较普遍，还时有苗疫病流行。防治苗病的措施主要是精选种子、播种前进行种子处理及土壤处理（见**棉花播种**）

枯萎病和黄萎病　世界棉花生产上的严重病害，在中国已遍及21个省（自治区）、市，发病面积约占棉田面积的31%。枯萎病的发病始期为子叶期，发病盛期在现蕾前后；黄萎病发病始期在3～5片真叶期，发病盛期在花蕾期。二者的病症有所不同（见表）。

棉花枯萎病和黄萎病的症状

为害部位	枯　萎　病	黄　萎　病
植　株	植株矮化，主茎与果枝节间缩短，枝叶丛生	一般不矮化，主茎和果枝无明显缩短，后期发病可整株凋萎
叶　片	顶端叶片开始萎蔫，由上向下发展	病叶由下向上发展
叶　脉	叶脉变黄，呈现明显的黄色网纹状	主脉保持绿色，脉间叶肉及叶缘变黄，镶嵌成黄色斑块或枯斑
木质部	变色较深，呈深褐色条纹状	变色较浅，呈褐色条纹状

枯萎病是由尖孢镰刀菌萎蔫专化型 *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* 引起的。除棉花外，还为害秋葵和决明等植物；约有40多种植物是此菌的寄主或宿主。不同的菌系对不同棉种及品种致病力有差异，从而可区分为不同的生理型或生理小种。世界上已报道枯萎病菌有6个生理小种，中国初步分为3个生理型。弄清病菌的生理类型，有利于品种的合理布局和抗病品种的选育。

黄萎病 *Verticillum dahliae* 病菌的变异性较大。美国报道有4个生理型，主要为SS-4型（非落叶型）和T-1型（落叶型）；苏联报道有5个生理小种；中国初步分为3个生理型，以生理型Ⅰ致病力较强；江苏省局部病区还发现致病力强的落叶型的菌系。大丽轮枝菌的寄主范围较广，能侵染40科160多种植物。

枯萎病和黄萎病是土壤传染的病害，与线虫有密切关系。线虫为害根尖，为病菌入侵根部创造了条件，诱致病害严重发生，称为枯（黄）萎-线虫复合症。所以，种植抗线虫品种或使用杀线虫药剂，能减轻枯、黄萎病的发生。

防治枯萎病和黄萎病，在无病区要加强检疫，防止带病种子和棉子饼调运，建立无病良种繁育基地，对引种的种子应消毒杀菌。在轻病区，实行病田轮作换茬。在北方棉区换种小麦和玉米等3～5年；南方棉区实行稻棉轮作。在重病区，种植抗病品种是一项有效的措施（见**棉花抗病育种**）；增施基肥和磷、钾肥，用**黑麦**、**豌豆**和芥菜等作绿肥，对减轻黄萎病也有一定作用。

角斑病　细菌性病害，广泛分布于各产棉国。中国以海岛棉品种上发生较多；在某些年份遇到台风暴风，陆地棉品种也会严重发病，为害枝、叶和棉铃。种子用硫酸脱绒处理和清洁棉田可以减少传播与为害。在角斑病发生较普遍的非洲和美洲，已广泛种植抗病品种。

参考书目

Watkins, G. M. Editor, *Compendium of Cotton Diseases*, Published by The American Phytopathological Society, 1981.

（邓煜生）

棉花播种 (sowing cotton)　将精选的棉子种在平整了的棉田里，要求出苗早、全、匀、壮。棉花播种全过程包括播前准备、确定播种期、播种技术和播后管理。

播前准备　棉花的种子较大，种壳较厚，棉子萌发时对温度、水分、空气等条件的要求比较严格，一般要吸足相当于种子本身重量60～80%的水分才能发芽。棉子出苗要求0～20厘米土层的土壤水分，为田间持水量的70～80%。在土壤中吸水不足，种子不能发芽；水分过多又会烂子、烂芽。播种时表层土壤过松、过紧都对出苗不利。过松，易散发土壤水分，使种子受干不易萌发出苗；过于紧实，则幼根难以下扎。土壤

松紧适当、透气性好，有利于发芽、出苗及幼根生长。

播前要做好以下准备工作：①平整棉田。中国北方棉区春季干旱多风，土壤蒸发量大，要在棉田耕地、施足基肥、浇好底墒水的基础上，做好耙耱保墒，使棉田土壤达到平整、细碎、上松、下实。南方两熟棉区，播种期间一般多雨，播前要清理预留棉行，锄草松土，并疏通畦沟，以利排水。②种子处理。选用成熟饱满、发芽率85%以上和发芽势强的棉子。用五氯硝基苯、稻脚青或多菌灵等药剂拌种，预防土壤传带的病菌；北方棉区用毛子播种时，播前用55～60℃温汤浸种或抗菌剂浸种，消灭种子传带的病菌。有条件的可进行硫酸脱绒，以消灭种壳所带病菌。

确定播种期　播种的适宜时期取决于气温、地温、墒情、终霜期、播种方式及棉花品种特性等。其中温度是首要条件，一般日平均温度在10～12℃时棉子可以萌动，12℃以上发芽，14℃以上出苗。播种期主要以5厘米地温稳定在14℃以上或气温稳定在16℃以上为标准。南、北棉区一般在4月中下旬播种。播种过早，地温低，容易烂子、烂芽；播种过晚，推迟了生育期，会造成晚熟减产。

播种技术　要求播种行直，行距一致；下子均匀，无漏播、重播；深浅适当，覆土紧密。①播种量。根据播种方法、种子质量和留苗密度而定，一般播种粒数为留苗数的5～10倍。条播要求每米有棉子30～50粒，每公顷约用棉子75千克以上；点播每穴5～6粒，每公顷用棉子15～35千克。②播种方法。机播可以做到开沟、下种、覆土、镇压等作业一次完成，精密点播则更可节约用种量，人工开沟条播，下子和覆土作业不能一次完成，且在北方棉区容易跑墒，质量和工效较差。人工点播（摆播），可节省用种，但花工较多。③播种深度。棉花子叶肥大，出苗阻力较大，播种不宜太深。一般以3～4厘米为宜，旱地不超过5厘米；南方苗期多雨宜浅播，一般在2厘米左右。

播后管理　棉苗出土前遇雨土壤板结，要抓紧耙地或中耕松土；发现烂子、烂芽，须及时补种或移苗。齐苗后，如遇寒流，须预先喷施波尔多液、代森锌、稻脚青和多菌灵等药剂，预防棉苗叶病。

（唐耀升）

棉花采收（picking cotton）　采收棉株上成熟的**子棉**，简称收花。**棉花**吐絮延续时间长，收摘过早，纤维成熟度差；采收过迟，则纤维色泽变暗，强度降低。甚至整个棉瓤落地，影响产量。所以要求在一批棉铃充分开裂吐絮后及时采摘。

中国、印度等国长期以来多为人工采收，可将正常吐絮的好花和僵瓣次花分摘、分晒、分存、分轧、分售，所收子棉杂质少、质量好。一般在吐絮前期每隔7～10天采收一次，后期每隔10～14天采收一次。晴天要快摘，雨前及时收摘，以保证收花质量。发现烂铃，及早采摘，剥取子棉晒干。否则，霉烂时间过长，子棉变质、降低产量（见**烂铃**）。霜后不能自然吐絮的青铃，也应收摘、晒干、剥取子棉。

美国、苏联等国多采用机器收花。一般收花前10～20天，先对棉株喷洒五氯苯酚（pentachlorophenol）、脱叶脲（N-phenyl-N-(1, 2, 3-thiadiazol-5-yl)-harnsloff)或氯酸镁等脱叶剂，促使棉叶脱落，加速棉铃开裂吐絮，从而提高收花效率，减少子棉含杂率。对收花季节多雨的地区或吐絮畅且持续时间长的棉花品种，可采用纺锭式摘棉机分批采收陆续吐絮的子棉；对少雨地区和吐絮集中、含絮力强的棉花品种，一般使用指梳式或摘辊式摘铃机，可将吐絮子棉和未开裂棉铃一次全部摘下。20世纪70年代以来，美国部分棉区采取窄行高密度**种植方式**，用棉花联合收割机进行一次收花。先将棉秆全部割下，送入机内，由采摘部件将子棉和未裂棉铃摘下，棉秆经打碎后随即撒在田间。一次收花的摘棉机结构简单，价格和使用成本较低，采摘率可达95～98%，生产效率高。但使用的局限性较大，并且各级子棉被混收在一起，品级降低，含杂率高达20～30%，清理费工难度较大。

使用机收的子棉卸入高槽拖车后，直接送往轧花厂加工。美国西部棉区有的采用压模机，先就地将子棉压成长方形的棉垛，以后再分批运走。

机收子棉由于含杂率高，湿度大，棉花加工厂需配备烘干子棉、清理子棉和**皮棉**等设备。

（胡育昌）

棉花虫害（insect pests of cotton）　由于害虫的活动，使棉株的某些器官、组织或生理过程受到危害而造成减产和纤维品质下降。**棉花的生育期**长，开花结铃期延续时间也长，侵染的害虫种类多，且为害期长，如防治不当，常可减产30～50%。地下害虫防治不及时，严重的要毁种重播。

主要害虫种类及为害　棉花的害虫主要是昆虫纲的直翅目、缨翅目、半翅目、同翅目、鳞翅目、鞘翅目、双翅目。此外还有蛛形纲的蜱螨目和腹足纲的柄眼目。全世界棉花害虫共有1 300余种，且具有地区性，如美国、墨西哥的棉铃象甲*Anthonomus grandis*、非洲的赤棉铃虫 *Diparopsis watersi*，苏丹棉铃虫 *Diparopsis cartinea*、澳大利亚的澳洲棉铃虫 *Heliothis punctigera* 等。棉红铃虫广布于亚、非、美、大洋洲的主要产棉国家，而地域辽阔的苏联却无分布。在中国为害严重的棉蚜(*Aphis gossypii*)，在美洲、大洋洲和非洲均属次要害虫。同一虫害在不同年代的发生也有不同，如20世纪50年代末，红铃虫（*Pectinopnora gossypiella*）在中国北方为害下降，到80年代初又重新上升；60年代中期全国伏蚜为害加剧；黄河流域和长江

流域，甚至华南棉区金刚钻(*Earias* spp.)为害减轻；70年代初棉铃虫(*Heliothis armigera*)在长江流域大量发生。美国在50年代，棉花因虫害平均每年损失皮棉约19%；1979和1980两年因虫害分别损失皮棉8.8%和8.73%，其中以棉铃虫和烟芽夜蛾复合群体的为害最重。

中国的棉花虫害有300余种，比较常见的有30余种，且各棉区有所不同。北部特早熟棉区是棉蚜、棉铃虫；西北内陆棉区是棉长管蚜 *Acyrthosiphon gossypii*、黄地老虎 *Euxoa segetum*、盲椿 *Adelphocoris* spp. 及 *Lygus* spp. 和棉铃虫；黄河流域棉区是棉蚜、棉铃虫、地老虎、盲椿、叶螨 *Tetranychus* spp.、玉米螟 *Ostrinia palustralis*、小造桥虫 *Anomis flava* 和红铃虫。长江流域棉区是红铃虫、叶螨、盲椿、棉蚜、棉铃虫、地老虎、棉叶蝉 *Empoasca biguttula* 和蜗牛 *Fruticicola ravida*；华南棉区为金刚钻、红铃虫、棉铃虫、棉叶蝉和红椿 *Dsydercus cingulatus*。

棉花害虫对棉花的为害，可概括为5个方面：①种子或幼苗被害，造成缺苗断垄，严重的需要重种；②棉株主茎生长点受害，形成双茎或多茎，结铃少，铃重小；③叶片被害，造成卷叶、破叶、落叶或叶片失绿，影响正常的光合作用；④钻蛀茎秆，致使干枯死亡；⑤蕾、铃受害，造成落蕾、落铃、烂铃、僵瓣和虫籽。在中国，加强对棉花害虫的防治工作，常年可挽回损失15～20%。

防治措施及综合治理　棉田害虫的虫口密度和为害程度与棉花的生物学特性、栽培技术、耕作制度、作物布局以及气候条件都有一定关系。棉花是无限花序植物，受害后表现有较强的补偿能力，并不是任何轻度受害就会造成产量和品质的下降。因此，近代的棉虫综合治理十分重视棉花、害虫以及与其它生物和非生物环境因素之间的相互关系，并研究各种害虫为害的经济阈值，从而制订合理的防治指标。棉虫的治理，不单纯追求彻底杀灭害虫，而是采取措施，使棉花生产的总体置于一个良性的农业生态体系之中。

中国自20世纪50年代起推广有机氯和有机磷农药防治棉花害虫，在生产上起到了积极作用。原来使用1059药剂防治棉蚜，乐果防治棉叶螨效果很好，但长期单一地采用一种农药，害虫产生抗药性，药效下降。据统计，全世界有26种棉花害虫，几乎包括全部重要棉花害虫都产生了抗药性。在美国，烟芽夜蛾(*Heliothis virescens*)1969年几乎对所有的杀虫剂都产生了抗性，到70年代，又对拟除虫菊酯产生了抗性。由于害虫为害过于严重而被毁弃的棉区在美洲、大洋洲和亚洲都有发生。自70年代提出综合防治措施。在北方棉区以棉蚜和棉铃虫为主要对象，采取播种时用内吸杀虫剂处理棉种，或与棉种同时播施颗粒剂，直到5月下旬均可控制棉蚜为害。此时，麦田和油菜田的瓢虫迁移到棉田继续控制棉蚜数量的发展，保护棉株不受棉蚜为害，即播后四五十天内都不需要喷洒杀虫剂，还保护了天敌。有的不用种子处理，到棉蚜发生后，用氧化乐果和久效磷涂茎，对天敌的杀伤比喷雾法少。对第二三代棉铃虫的防治，根据研究的经济阈值，适当放宽了防治指标，减少了施药次数。同时，大多施用拟除虫菊酯类杀虫剂，对人畜比较安全。在播种时施用内吸杀虫剂，可充分发挥多种天敌的作用，对第二代棉铃虫，在多数年份无须喷药，可控制在经济允许水平以下。对其他害虫的防治，应服从对主要害虫控制的需要。如防治地老虎，提倡施敌百虫毒饵而不喷雾或喷粉；防治叶螨也改喷雾为涂茎。总之，尽量在7月中旬前，特别在6月中旬前不在棉田喷药。这样治虫成本可降低40～80%，并能保证人畜安全，改善生态环境。在南方，强调尽可能推迟第一次喷药的时间；如有点片发生，可用涂茎的方法加以控制。对红铃虫第一代不必防治，应重点防治第二三代。

对棉虫的综合防治工作正在不断发展：棉花具有多种抗、耐虫或避虫的性状，如鸡脚叶、多毛、无毛、扭转苞叶、无蜜腺、高含棉酚、早熟性等。抗虫品种利用的研究也是值得重视的一个方面(见**棉花抗虫育种**)。

(方昌源)

棉花机械化栽培 (mechanization of cotton culture)　棉花从整地播种到收获耕翻的一系列栽培措施使用机械操作。棉花的生育期长，栽培过程复杂，田间管理技术要求高，用工多，且易遭病、虫、草和不利气候条件的袭扰，通过机械化栽培，可提高劳动生产率，保证农时和作业质量，减轻劳动强度，降低生产成本。

机械化栽培棉花，在世界上仅有几十年历史。美国于1972年全部实现棉花栽培机械化，每个工平均生产皮棉91千克；苏联在50年代基本上实现了机械化植棉，1979年棉花收获的机械化程度达60%左右。中国自50年代开始，在一些大型农场和集中产棉区实行耕地、整地机械化，部分作业如播种、中耕、治虫等采用机械；在棉麦(或绿肥等)间套作地区，如江苏、湖北、浙江、上海等省(市)还研制并试用了一些在前作物行间耕翻、播种和棉花营养钵制钵、移栽等机具，并应用于大面积棉花生产。

棉田机械作业要有适于棉花播种(或栽植)，尤其是中、后期田间管理和收花作业的机械。如棉田用三轮或四轮高地隙(或可变地隙)拖拉机或自走机器，要求具有对行距有较大的适应范围，离地间隙高(75～85厘米以上)，外廓光滑，行间通过性好，悬挂或装拆农具方便，视野好，操作灵活，转弯半径小等性能。

棉田机械化耕地、整地　可达到人、畜力难于达

到的质量(如耕地深度等)，并可多工序联合作业，大大提高工效和作业质量，做到不误农时。使用的机具有犁、深松土犁、耙、耱、镇压器、开沟机、起垄机、筑畦机等；中国南方棉区间套绿肥的棉田，还有翻压绿肥的埋青机等。

机械化播种　具有下子均匀，播深一致，覆土良好，镇压适度等优点。各项工序能一次完成(见图1)，不仅工效高，且能较好地保蓄土壤水分，因而出苗率显著高于人、畜力农具播种。

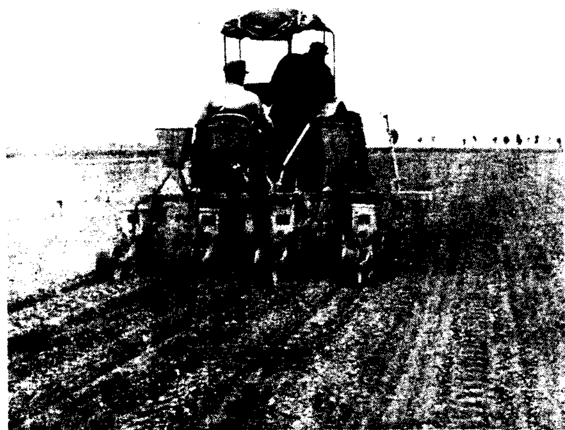


图 1　棉花机械播种

棉子有播毛子和光子之分。播毛子的播种机，要求种子经过剥绒，不混有子棉团、枝秆等杂物，并用草灰或炉灰等加药剂进行拌种，使棉子互不粘连。毛子播种量每公顷在75千克以上。光子播种，一般可使用通用的精密播种机，每公顷播种量15～40千克，仅为毛子播种量的1/5。除节省种子外，还可减少出苗后的间、定苗的工作量。有的播种机，还配有施种肥、杀虫剂，喷除草剂，覆盖地膜以及下子情况和播种进程监视系统装置，可联合进行多种作业，并进一步保证和提高棉花播种质量。为便于以后的田间管理和收花机械化作业，播种时要求播行端直，行距一致，地头整齐。

机械化田间管理　主要是中耕除草、施肥、施药等作业机械化。行间中耕(松土、除草、灭茬等)、追肥、培土多使用锄铲式或旋耕式中耕机，苗期株旁松土除草，多使用旋耕锄、弹齿除草耙；中耕机架上装置除草剂喷洒装置，也可消灭株旁幼草(见图2)。为了保证和提高机械中耕作业质量，并为以后机器收花创造良好条件，棉田应有相当的长度，而且地面平坦，无宽、深的横垄沟和积水洼坑等障碍；作业时，棉行两旁应留有适当宽度的护苗带，使用单翼铲、圆盘或板式护苗器、护罩，操作时应掌握适宜的耕深和行进



图 2　棉田机械中耕

速度

机械施药作业　工效高，可在短期内控制害虫的发生和蔓延，并改善劳动条件(见图3)。棉田喷药，可采用常规喷雾、喷粉、弥雾、联合喷粉喷雾等方式，分地面喷药和飞机喷药两大类。地面喷药机械又有用人力(背负或担架等)、机动、拖拉机或自走机器配带等



图 3　棉田机械喷药

类型。为使药剂能均匀地喷附于棉株的有关部位，拖拉机或自走机器配带的常规喷雾机，常配用由几个喷头围喷一行棉株的吊杆式喷雾装置。喷药时，需视所使用的药剂、地块大小和连片程度，以及当时的气象、植株等情况，选用适当类型的机具。同时要选择在三四级风以下天气进行作业，注意安全，严格掌握药液配制浓度与施药量，防止漏喷、重喷和滴漏。

机械化收获　大面积棉田，在棉花吐絮成熟时，可利用收花机进行采收（见**棉花采收**）。对收花后剩下的棉秆处理，美国多采用碎秆机就地切碎，撒于田间；有些植棉国则采取由机器将棉秆铲起集堆后，运出田外的作法。　（胡育昌）

棉花抗病育种 (breeding cotton for disease resistance)　利用**棉花**种质对病害感染的**遗传**差异，通过育种方法，选育具有抗病、耐病或避病而又高产、优质的**棉花品种**。

侵染棉花的病菌种类很多（见**棉花病害**），要根据不同地区具体的病害情况，选育相应的抗病品种。在中国为害最严重的是棉花枯萎病和黄萎病。这两种萎蔫病害的病原菌能在棉花整个生育期间侵入株内维管束，扩展为害，造成严重损失。这两种病菌传播途径多样，一旦传入土中，短期内不易消灭，防治难度较大。因此，抗病育种的目标，主要是选育兼抗枯萎病和黄萎病并具有高产、优质的棉花新品种。

简史　19世纪90年代美国首次选育出抗枯萎病的**海岛棉**品种，20世纪60年代以后，又在**陆地棉**中选育出岱字棉、珂字棉和爱字棉等系统的品种，多数具有抗或耐枯萎病、黄萎病和角斑病的能力。70年代以来，逐渐转向多抗性品种的选育。苏联早期选育出能抗黄萎病的108Φ等品种后，60年代又选育出高抗黄萎病的塔什干1号、塔什干2号和塔什干3号。在角斑病发生较普遍的非洲和美洲各产棉国，抗角斑病育种工作也取得较大进展，已确定出16个独立的抗性主基因及病原菌的18个生理小种，并育成推广了一些高抗角斑病的新品种。抗病育种的一般趋势是由中等抗性转向高度抗性，由垂直抗性兼顾水平抗性，由抗单一种病害发展为兼抗多种病害。

中国棉花抗病育种工作始于20世纪50年代初。先从德字棉531中选出抗枯萎病品种52-128；后来陆续选出陕棉4号、陕401等十多个抗枯萎病品种；70年代以来，又选出高抗枯萎病的86-1、抗黄萎病的辽棉5号、中棉所9号以及兼抗枯萎病和黄萎病的陕1155等品种。这些品种的抗病性、丰产性及纤维品质都较好，1984年种植面积已达50万公顷以上。

抗性遗传　枯萎病的抗性一般是受一个显性主基因控制的，陆地棉还受若干修饰基因或受2～3个主基因支配；海岛棉受一至多个次要基因控制，呈加性效应是累加性的。亚洲棉是由两个显性互补基因和另一个具抑制作用的基因控制的。抗根结线虫基因对枯萎病也表现抗性。黄萎病的抗性，有的认为是数量性状遗传，有的认为受一或两个隐性基因支配，也有认为受一个显性基因所控制，至今尚无定论。

育种方法　抗病育种原理和方法与一般育种基本一样，所不同的是，全部育种材料必须在天然或人工接种病圃的条件下进行选择。筛选抗病种质资源是育种的物质基础，没有好抗源就选不出好的抗病品种。中国的枯萎病抗源有52-128、57-681；黄萎病抗源有辽棉5号、中8004等。苏联利用墨西哥野生陆地棉变种转育成高抗黄萎病、早熟、优质的塔什干6号等品种。美国通过野生的瑟伯氏棉与**亚洲棉**、陆地棉的**远缘杂交**，育成了高抗黄萎病而纤维品质优良的爱字棉SJ-1等品种。

常用的育种方法有两种：①**选择育种**　在重病棉田或人工接菌的病圃上，通过连续的多次定向选择抗病单株，经过分系比较鉴定，从而育成抗病品种。如中国的52-128、辽棉2号，美国的斯字棉213，苏联的108Φ和埃及的吉扎47等。②**杂交育种**　通过杂交转育抗病基因，其中以采用复合杂交和回交最为普遍。特别要重视选择抗源，即选高抗或兼抗枯、黄萎病的品种作为杂交亲本之一，与具有一定抗（耐）病力、**配合力**高的亲本进行杂交。在病地或病圃上连续对杂种后代进行多代的抗病性及丰产、优质等性状的鉴定和选择，从而选育出抗病品种。中国的陕401、晋棉7号；埃及的长绒棉品种吉扎75；美国的陆地棉品种P. D. 0113等，后者是通过种间杂交经多次回交选育而成的。不论选择育种、杂交育种或其他育种途径，都要恰当地掌握对抗病性的选择压力，注意抗病性与农艺性状的合理结合，才能收到预期的效果。

抗病性鉴定　是筛选抗源和选择抗病后代的重要依据。方法有：①田间病圃鉴定　在人工接菌的病圃或天然发病的棉田，对供试材料的整个生育期间的抗病性进行鉴定，是最基本可靠的方法。枯萎病着重苗期和蕾期的发病高峰期的鉴定；黄萎病着重在花铃期的鉴定。一般按受害程度划分为5级：0级（无病），1级（25%叶片有病），2级（25～50%），3级（50～100%），4级（全部枯死），然后计算其发病株率和病情指数。再根据病情指数将抗病反应分为5个类型：病情指数0为免疫型；0.1～10.0为高抗型；10.1～25.0为抗病型；25.1～50.0为耐病型；50.0以上为感病型。②室内苗期鉴定　此法较快，也易控制，但要求一定的温室条件和设施。鉴定枯萎病多用纸钵接菌法，即在纸钵中接入占干土重2%的带菌麦粒砂，或0.5～1.0%的带菌棉子培养物，出苗后两周即开始发病。鉴定黄萎病多用纸钵撕底定量菌液蘸根法，当棉苗出现一片真叶时，每钵用10毫升的病菌孢子悬浮液（每毫升含500万～1000万孢子）浸蘸根部，两周后即可进行鉴定。

（谭联望）

棉花抗虫育种 (breeding cotton for insect resistance)　根据不同基因型对某一或某些害虫抗性水平的差异，通过育种方法将抗虫性与其他优良性状结合起来，选育出抗、耐或避虫而又丰产、

优质的**棉花品种**。

棉花害虫种类繁多，常给生产造成严重损失。20世纪50年代中后期，广泛使用杀虫剂，有些害虫的抗药性逐代增强，有些益虫及其他动物区系也受到破坏，药剂防治效果日趋降低。利用抗虫品种结合采取其他综合防治措施，不仅可少用或不用杀虫剂，稳定产量和品质，降低生产成本，而且可以减少环境污染，有利于保护害虫的天敌，维持良性生态平衡。

简史　棉花抗虫育种历史较短。20世纪50年代以前，非洲一些国家以及印度、澳大利亚曾育成某些多毛的棉花**品种**，抵抗棉叶蝉为害。70年代以来，开展抗虫品种资源的筛选，抗虫性能的鉴定，抗虫机理的研究，使棉花抗虫育种工作不断取得进展。各产棉国棉花生产中的主要害虫不同，因此抗虫育种的重点也有所不同。通常是以选育抗造成经济损失大的蕾铃害虫作为主要育种目标，特别是抗棉红铃虫 *Pectinophora gossypiella*、棉铃象甲 *Anthonomus grandis*、棉铃虫 *Heliothis* spp. 等的优良品种。在有些棉区，抗棉盲椿 *Lygus* spp.、棉蚜 *Aphis gossypii*、棉叶蝉 *Empoacca* spp. 和棉叶螨 *Tetranychus* spp. 等害虫也是重要的育种目标。

中国**俞启葆**等在20世纪40年代曾进行过抗大卷叶螟 *Sylepta derogata* 和棉叶蝉的研究，育成了鸡脚德字棉。由于具有鸡脚叶形，能减轻大卷叶螟的为害，曾在四川省简阳、仁寿等地推广。70年代后期，中国的棉花抗虫性研究和抗虫育种又有了进一步开展。北方侧重选育抗棉蚜和抗棉铃虫的品种；南方侧重选育抗红铃虫和棉叶螨的品种。并已育成一些具有多毛、鸡脚叶、无蜜腺等性状的抗虫品系。

抗虫资源　筛选对棉花害虫具有抗性的种质资源，是抗虫育种的前提。一些野生棉种对害虫有较高的抗性，如澳洲棉和裂片棉高抗棉叶螨，瑟伯氏棉和三裂棉高抗红铃虫。陆地棉中某些半野生种系对棉铃虫、红铃虫和棉叶螨具有抗生性。陆地棉的一些形态的、解剖的和生理生化的性状也具抗虫或避虫的作用。例如，植株多毛，尤其是叶背面多毛可以阻碍棉蚜、棉叶螨和棉叶蝉为害；植株光滑少毛能减少棉铃虫幼虫数和棉潜叶蛾 *Bucculatrix thurberiella* 的产卵量和幼虫数；苞叶窄卷可降低棉铃象甲和棉铃虫的产卵量。鸡脚叶和超鸡脚叶能抗棉大卷叶螟和结翅粉虱 *Trialeurodus abutilonea*；同时由于叶面积小，棉株间形成高温低湿的小气候，能减轻棉铃象甲为害。花外无蜜腺，断绝了害虫食物来源，使棉铃虫类产卵量显著降低，也能减少红铃虫、盲椿的为害。叶片海绵组织厚而发达，对棉叶螨取食有阻碍作用。铃壳厚度、叶背表皮厚度、叶脉粗糙度等都能影响某些害虫的为害程度。棉株色素腺体含具有毒性的棉酚，因此多腺体的棉株对棉铃虫、盲椿等多种害虫具有一定抗性。除棉酚外，棉株高含单宁对螨类、棉铃虫和烟草夜蛾也有抗生作用。一些陆地棉半野生种系的花蕾及其提取物含有萜类、半棉酚醌-7-甲基醚、类萜烯、天芥素等化合物，用以饲养烟草夜蛾，表现有抗生作用。早熟的棉花可以避开棉铃虫、烟草夜蛾、红铃虫和棉铃象甲的产卵期，减轻为害。上述这些性状都是宝贵的抗虫资源，在选育抗虫品种时应力求把多种抗虫性状综合于同一个品种，以增强对多种害虫的抗性。

抗虫性鉴定　鉴定抗虫性的主要方法有大田鉴定、网罩鉴定和生物测定三种。大田鉴定的优点是简单易行，不需特殊设备，鉴定结果直接反映被鉴定材料的田间抗性，但因虫害自然发生的时间、数量和分布变化极大，需有多年、多点鉴定的结果才有代表性。网罩鉴定需要人工养虫；接虫和网罩等设施，工作较繁重，但鉴定条件相对一致，结果较为可靠。只是由于网罩内虫口密度和活动空间与大田情况不同，鉴定结果与田间实际表现有时也不完全一样。人工接虫的虫态，根据鉴定要求可以是幼虫、成虫、卵或蛹。蕾铃害虫还可在室内进行生物测定，直接摘取鉴定材料的蕾、花、铃饲喂幼虫，或在人工饲料中添加鉴定材料的冻干蕾铃粉或其提取物饲喂幼虫，鉴定比较幼虫生长发育状况，作为评价抗虫性的依据。

育种方法　首先要对大量**种质资源**进行抗性鉴定，筛选出对某种害虫具有抗性的材料，以供育种利用。如果抗虫性状是简单**遗传**的质量性状，可用**回交育种**法将它转育到高产、优质的品种中去。**选择育种**法有时可进一步提高某些抗虫品种的抗虫性或用于改进其他农艺性状。品种间杂交常用来将抗虫性与优良农艺性状综合于一体，对其后代的处理和选择，可用系谱法或混合法，但必须人工诱发适当的虫害条件。在育种过程中，还可进行入选株系间的互交，增加遗传重组的机会，打破不良的基因**连锁**，提高抗虫性和有关农艺性状的水平。为了扩大抗源，常采用种间杂交。陆地棉与其他四倍体棉种容易杂交产生杂种，但杂种二代会出现一些长势弱和产量低的不正常植株。通过回交和逐代定向选择，有可能获得基本上是**陆地棉**遗传背景，而且具有外源抗虫性状的稳定品系。陆地棉与二倍体棉种杂交，首先要克服杂交不孕和杂种不育问题，杂种后代育性恢复后，再用常规的育种方法进行选育。不论种内的品种间杂交或种间杂交，在转育抗虫性时，都要注意早期世代的抗虫性鉴定，以免丧失抗性。

棉花抗虫育种虽已日益受到重视，但至今育成能在生产上应用的品种不多。主要问题是：①缺少较理想的抗源。若干野生棉种中存在着高抗性状，但转育到陆地棉栽培种时难度较大。②抗虫性状常与一些不良的农艺性状相联系，因此增加了育种工作的难度。③抗虫性状对不同害虫的抗性或感染的反应不一致，

某一性状对某种虫害具有抗性；但对另一种虫害往往表现感染。④缺乏精确性高而又简便易行的抗虫性鉴定方法。就当前棉花抗虫育种工作水平而论，利用中等或中等偏低的抗性，可能具有更好的实践意义。因为比较容易成为虫害综合防治系统中的一个组成部分，从而在棉花生产上发挥其应有的作用。

（孙济中）

棉花良种繁育 (seed production of cotton) 按一定的技术程序和要求，繁殖**棉花**优良**品种**的优良种子。由于补种、采摘、晒花、轧花等生产环节中，常易发生机械混杂；天然杂交而引起生物学混杂；由于**遗传**组成比较复杂，易受环境条件的影响和自然选择等因素的影响，使品种的经济性状变劣退化，不宜再作生产用种。因此，优良品种在种植过程中，必须有健全的繁育制度，采取有效的繁育技术，才能保持原有种性，充分发挥良种的经济效益。

良种繁育的主要任务：一是品种更新，即有计划地生产原种，保持原品种的纯度和种性；二是品种更换，即迅速繁殖新品种种子，替换原来在生产上应用的品种。

繁育体制　世界各主要产棉国十分重视建立良种繁育体制，按照一定程序，繁殖优良品种的种子。美国棉花良种种子是由原育种的种子公司提供。繁育的种子依次分为4级：育种者种子、基础种子、登记种子和检验种子。检验种子种于大田后，其收获的种子不再作**播种**用。各**种子公司**拥有农场、轧花厂和特约农户，自成体系地繁殖各级种子。在品种安排上，实行一地一个品质的原则。即在同一地区内，可以种植若干个纤维品质相同的优良品种。苏联实行以原种场为主的国家统一供种的体制，即由原种场负责生产原种，然后将原种在指定的集体农庄和国营农场进行繁殖，经连续繁殖三代后提供大田生产播种。在生产中收获的棉子供榨油厂榨油，不再作为种用。埃及棉花良种种子也由国家管理，实行一地种植一个区域化品种。

中国于1949年种植的**陆地棉**占全国植棉面积52%，其中大部分为退化品种；种植的**亚洲棉**占48%，大都是**农家品种**。1950年引进岱字棉15后，在江苏省南通地区和江西省彭泽地区，实行良种管理区制度，即在管理区内集中繁殖一个品种，严格去杂去劣，分轧分贮，对保持种子纯度和扩大岱字棉15的种植，起到了良好效果。50年代以后，在全国范围内建立了棉花原种场，负责生产原种。多年实践表明，实行原种场、良种繁殖区和良种轧花厂三结合的体制，效果很好。即县原种场生产原种，或由育种单位提供原种；在高产、稳产、无黄枯萎病的地区，建立良种繁殖区，繁殖原种一、二、三代；由良种轧花厂加工留种，供应大田用种。在繁殖过程中，采用优良的农业技术，进行稀植点播或营养钵育苗移栽。既提高繁殖系数，又严格防杂保纯。80年代以来，这些工作均由县种子公司负责组织。

繁育技术　包括以下三方面内容：

良种保纯和繁殖　中国采用三圃制生产原种，程序是：第一年将上年从原种田中选择的单株种成株行圃；第二年将上年当选的株行种成株系圃；第三年将上年当选的株系混合收获的种子种植于原种圃，收获后即成为原种。原种繁殖第一年称原种一代，余类推。一般用至原种三代，以后不再留作种用。美国对于育种者保持种子的纯度，一般采用田间去杂去劣，单株混合选择或家系选择等方法；也有采用种子贮藏保纯的方法，即当新品种决定推广时，育种者把该品种的一定数量的种子存放在低温种子库，以后每年从中取出一部分作为繁殖原种用。这个方法不要每年进行选择，从理论上讲，可使棉花的遗传组成基本上不发生变化。

种子处理和贮藏　播种用的良种棉子，要采用化学脱绒和种衣剂处理，可以消除由种子携带的多种病菌，提高种子播种品质。化学脱绒一般多用硫酸处理，也有用泡沫硫酸（硫酸加发泡剂）脱绒的，可以节省硫酸，免去用水冲洗，不致污染环境。种子经脱绒、精选后，利用拌药设备均匀涂敷一层含有杀菌和杀虫作用的种衣剂，然后装袋贮藏。在自然温度下，仓库中棉子含水量以10%左右为好，最高不得超过12%。空气湿度大于70%时，容易促使种子含水量增加。种子贮藏时，要经常测量堆温和湿度，及时通风防潮，翻堆降温。

种子检验　棉花良种种子要由**种子检验**单位按国家规定的标准方法进行检验，然后签发种子检验合格证。1985年中华人民共和国国家标准局发布的**农作物**种子分级标准中，对棉花良种的各级种子作了如下规定：

棉花种子分级标准

种子级别	纯　度 不低于 (%)	净　度 不低于 (%)	发芽率 不低于 (%)	水　分 不高于 (%)	健子率 不低于 (%)
原　　种	99	97	85	12	85
原种一代	98	97	80	12	80
原种二代	97	95	80	12	80
原种三代	95	93	75	12	75

（孙善康）

棉花推广品种 (cotton cultivars)　具有相对纯合的**遗传**组成，并具有大面积生产价值的**棉花**种内群体。优良**品种**是棉花生产中的重要物质保证，它

不仅需要在一定地区能够获得高额的皮棉产量，具有早熟、抗病虫害能力强和适应性广等特点，而且需具有适合纺织工业要求的优良纤维品质。

棉花生产上推广的品种主要是陆地棉和一部分海岛棉。16世纪下半叶，北美洲移民开始从陆地棉起源中心的墨西哥、危地马拉引种驯化。1783年美国曾育成了许多品种，从早期的大铃、晚熟品种，演变成现在广泛推广的早熟、中小铃、丰产、优质、多抗性品种。如岱字棉41(Delta Pine 41)、岱字棉61(Delta Pine 61)、斯字棉825 (Stoneville 825)、珂字棉305(Coker 305)、珂字棉315 (Coker 315)、爱字棉SJ-5 (Acala S J-5)、佩马斯特145(Paymaster 145)等各具有不同的农艺性状。世界各地的陆地棉品种，均从美国引种衍生而来，故陆地棉又称美棉。苏联从1921年起开始棉花育种工作，先后进行了多次品种更换。在70年代初，通过杂交育成早熟、丰产、优质的抗病品种塔什干(Ташкент) 1号、2号、3号等，更换了种植20多年的感萎蔫病品种108 Ф，取得了显著的效果。埃及从海岛棉驯化材料中，选育出许多著名的埃及棉品种，如吉扎 (Giza) 45号、70号、82号等。由于纤维品质优异，世界各国的海岛棉品种多自埃及引种和杂交衍生而来。

中国自从13世纪以来，在长江流域、黄河流域大面积种植棉花，至19世纪以前长期种植的绝大多数是亚洲棉农家品种。20世纪初叶，中国为了适应纺织工业的发展，曾从美国引入陆地棉品种，在黄河流域推广的有脱字棉 (Trice)、隆字棉 (Lonestar)，在辽河流域推广的有金字棉 (King)；40年代又引进了斯字棉4号 (Stoneville 4) 在陕西省和河南省推广，长江流域引入并推广了德字棉531 (Delfos 531)。后来又引入推广了斯字棉2B和岱字棉14 (Delta Pine 14)等，并自育推广了鸡脚德字棉、泾斯棉等。

20世纪50年代以后，中国有计划地进行了5次全国性的品种更换。①1950～1955年，主要推广斯字棉和岱字棉系统的品种，更换中棉和退化的陆地棉品种。②1956～1960年，在黄河、长江流域进一步扩大岱字棉15的推广面积；在南疆推广海岛棉品种2И3、5904И等。③1964～1968年，在长江流域以岱字棉15复壮种进行更新，并推广洞庭1号、达棉1号、光叶岱字棉(Delta Pine smooth leaf)等品种；在黄河流域推广徐州209、徐州1818、岱福棉 (Fox)、中棉所3号等品种。④1974～1979年，黄河流域推广徐州142、冀棉1号、冀邯3号、冀邯5号、运棉5号、中棉所7号和抗枯萎病品种陕401等品种；长江流域推广沪棉204、南通5号、泗棉1号、江苏棉1号、鄂棉6号。岱红岱等品种；特早熟棉区推广晋中200、辽棉4号、黑山棉1号等品种；西北内陆棉区推广海岛棉军海1号。⑤1980～1984年，黄河流域推广鲁棉1号、豫棉1号、河南79、冀棉2号、冀棉8号、徐州514、兼抗品种陕1155、适于两熟套种品种中棉所10号等；长江流域推广鄂沙28、泗棉2号、徐棉6号、抗枯萎病品种86-1等品种。四川省推广洞A核雄性不育系川杂3号杂交种，结合栽培技术的改进，使产量大幅度增长。多年来，中国自育品种面积不断扩大，1984年已占棉田总面积的94%以上。在丰产性，早熟性，抗枯、黄萎病等方面，均有显著的提高。

中国自1949～1984年在生产上推广的棉花品种，年种植面积在7万公顷以上的共53个。其中除10个为引入品种，43个均为自育品种。引入品种中，因美国的岱字棉15具有丰产性好、适应性广等特点，在生产中发挥的效益最大，种植面积最广(年种植面积最高曾达330万公顷)，利用时间最长(30年)。自育品种中，种植面积较大的有：60年代育成的丰产品种洞庭1号和中早熟丰产品种徐州1818，分别在长江和黄河流域棉区推广，年种植最大面积分别约为50万和60多万公顷；80年代初在黄河中、下游曾大面积推广了中早熟丰产品种鲁棉1号，达200万公顷。还推广了适于棉麦套种的夏播短季棉品种中棉所10号，年种植最高面积曾达70多万公顷，促进了棉粮两熟丰收。此外，还育成一些具有优质、高产、抗病、低棉酚等特点的棉花新品种，正在繁殖示范中。

参考书目

中国农业科学院棉花研究所主编：《中国棉花品种志》，农业出版社，北京，1981。

（孙善康）

棉花遗传 (inheritance of cotton)　**棉花**性状**遗传**和**变异**的规律，以及棉花**染色体**的变异的遗传表现。研究这些问题对于了解棉花的遗传和进化具有重要意义，是**棉花育种**和**良种繁育**工作的理论依据。

研究简史　棉花是最早进行遗传研究的**农作物**之一。1906年W. L. 鲍尔斯(Balls)首次报道海岛棉有色纤维的遗传。后来，D. N. 休梅克(Shoemaker, 1908)和C. A. 麦克伦登 (McLendon, 1912) 先后报道了陆地棉鸡脚叶和红叶性状的遗传研究。J. B. 哈钦森(Hutchinson)、S. C. 哈兰(Harland)和R. A. 赛罗(Silow) 等人早在20年代对亚洲棉花青素的遗传，进行了较深入的研究。**冯泽芳**(1925, 1935)和冯肇传(1926)先后报道了**亚洲棉**叶形及**陆地棉**与亚洲棉种间杂种遗传学、细胞学的研究。**俞启葆**于1939、1940、1948年先后发表亚洲棉花青素遗传的复等位基因系，并根据亚洲棉两对基因的交换值，确定了黄化苗致死与花青素、卷缩叶与鸡脚叶分别属于两个连锁群。50年代以来，有关陆地棉及**海岛棉**的性状遗传规律、染色体及其变异和DNA含量的研究都取得较大

的进展。

质量性状遗传　20世纪40～50年代对亚洲棉质量性状鉴定了85个突变基因，并根据18个基因确定了7个连锁群。陆地棉质量性状已鉴定了118个突变基因。

叶片和苞叶性状　陆地棉叶形，正常阔叶型受隐性基因l_2所决定，鸡脚叶型和超鸡脚叶型分别受显性突变基因L_2^{0}和L_2^{s}所决定。纤毛状叶(filiform leaf)显性突变基因Lf能影响子叶、叶片和花瓣表现比较狭窄。影响叶形的还有皱缩叶隐性基因cr、叶脉融合隐性基因vf，以及圆形叶显性基因RL_2等。

苞叶的大小和锯齿的深浅有广泛的变异。已发现扭转苞叶的隐性突变基因fg能使苞叶狭窄、扭曲而张开。当其显性突变基因Fg^{h}为杂合时，表现为更极端的扭转苞叶。干枯苞叶是受重叠的隐性基因bw_1和bw_2所控制，隐性纯合型$bw_1\ bw_1\ bw_2\ bw_2$的苞叶短小、张开，并使叶片边缘向下卷曲。

花器　四倍体棉种的花冠颜色受重叠基因Y_1和Y_2所制约。海岛棉黄色花瓣为正常型，乳白色花瓣为突变型。陆地棉则相反，乳白色花瓣是正常型($y_1y_1y_2y_2$)，黄色花瓣是突变型($Y_1Y_1Y_2Y_2$)。在野生棉种或陆地棉半野生种系中，既有黄色花瓣，也有乳白色花瓣。

花粉颜色的变异由乳白色到深金黄色，由两对基因所制约。黄花粉基因P_1对乳白色花粉基因p_1为显性。在海岛棉中发现基因P_2和P_1的重叠作用决定花粉的颜色。

开放花蕾突变型的花苞较短，雄蕊管和柱头的顶部暴露在尚未张开的花苞外面，是由隐性基因ob所控制。

植株茸毛　茸毛性状的变异广泛。H_1是使棉株密生短茸毛的主基因，对棉叶蝉表现抗性。H_2是决定密生短粗茸毛的另一主基因，并能使种子外表的纤维也较短。H_2等基因是影响茸毛分布和长度的一系列修饰基因。例如H_3、H_4基因分别增进茎秆、叶片下表面的茸毛；H_5基因增进茸毛的长度。H_5是从野生二倍体的雷蒙德氏棉转育而来，是决定茸毛性状的另一主基因。H_1和H_5是部分同源基因。

显性光滑基因Sm_1来自海岛棉，可使陆地棉茎秆的茸毛减少。Sm_2来自陆地棉，可使叶片茸毛减少，与H_1、H_2是复等位基因或紧密连锁的非等位基因。Sm_1^{S1}是由野生二倍体的辣根棉引入海岛棉，又引入陆地棉，可使叶片光滑无毛。Sm_3是在陆地棉种系中发现的显性光叶基因。另发现控制棉铃有茸毛的隐性基因hb_1。

植株花青素　R_1是决定红色叶片突变型的主基因，表现为不完全显性，野生型r_1r_1表现日光红性状。R_2是决定花瓣红心的主基因，表现为不完全显性，由于修饰基因(R_2^{v}、R_2^{r})的作用，红心的大小和程度的变异广泛。陆地棉基因型为r_2r_2，没有花瓣红心，而陆地棉的半野生种系则经常表现花瓣红心。Rd是决定红色矮株的基因，对rd表现为不完全显性，故杂合基因型Rdrd表现为中间型红色和半矮生株型。

纤维和短绒颜色　陆地棉和海岛棉都有纤维颜色和突变型。不完全显性基因Lc_1使陆地棉表现棕色纤维，海岛棉因受Lc_2基因作用也表现棕色纤维。陆地棉中有使纤维表现绿色的不完全显性基因Lg，但绿色纤维一旦曝晒在阳光下，即褪成灰棕色。

陆地棉的短绒一般是灰白色。陆地棉的半野生种系的短绒为深浅不同的绿色，决定绿色短绒的是突变基因Lg。

短绒的有无是受显性光子基因N_1和隐性光子基因n_2所控制的。N_1的表现较为明显而且一致；n_2具有复等位基因，并受修饰基因的作用。列氏(Ligon)无纤维基因Li影响纤维和短绒的发育，同时会使幼苗茎秆和叶片发育畸形。

叶绿素缺失及芽黄　叶绿素受两对重叠基因的制约。单节显性基因型表现正常的绿色。陆地棉正常绿色型为$chl_1chl_1Chl_2Chl_2$，海岛棉正常绿色型为$Chl_1chl_1chl_2chl_2$，它们的杂交后代经常出现纯合隐性缺失叶绿素的类型$chl_1chl_1chl_2chl_2$。

陆地棉或海岛棉中均发现叶绿素的突变型，包括芽黄突变基因v_1到v_{17}。其中v_7是海岛棉芽黄基因，其余均属于陆地棉；v_5v_6和$v_{16}v_{17}$为重叠基因，其余均为单基因。此外，尚有黄绿苗基因yg_1yg_2和海岛棉白化芽黄基因$av_1\ av_2$。这些突变基因主要在幼苗期表现为不同强度和持久性的色素变异。

色素腺体和蜜腺　已知色素腺体的缺失是受6个隐性基因gl_1、gl_2、gl_3、gl_4、gl_5、gl_6控制。其中gl_2和gl_3两个基因是决定棉株缺失腺体的主基因。无论陆地棉或海岛棉，均已利用gl_2和gl_3基因产生了缺失色素腺体的种子。

陆地棉和海岛棉的叶片中脉具有蜜腺，苞叶的内外也有蜜腺。野生四倍体夏威夷棉无蜜腺。无蜜腺是受两对部分同源重叠基因ne_1和ne_2所制约的，分别和缺失色素腺体基因gl_2和gl_3相连锁。

抗病性的遗传　已发现一系列抗棉花角斑病的基因(B_1、B_2…B_{9k}…B_S及b)，其抗性大小常受两个或三个基因的共同作用。

棉花枯萎病的抗性已在海流(Seabrook)海岛棉中发现两个具有加性效应的显性基因，其中之一已经转育给陆地棉。棉花黄萎病的抗性还没有发现免疫或高抗的类型。关于抗病的品系受显性或隐性基因制约，或是数量性状遗传，还没有明确的研究结论。

雄性不育性状　已在陆地棉中发现10个雄性不育基因，3个为显性雄性不育基因(Ms_4、Ms_7、Ms_{10})，其余都是隐性不育基因；另在海岛棉中发现一个显性

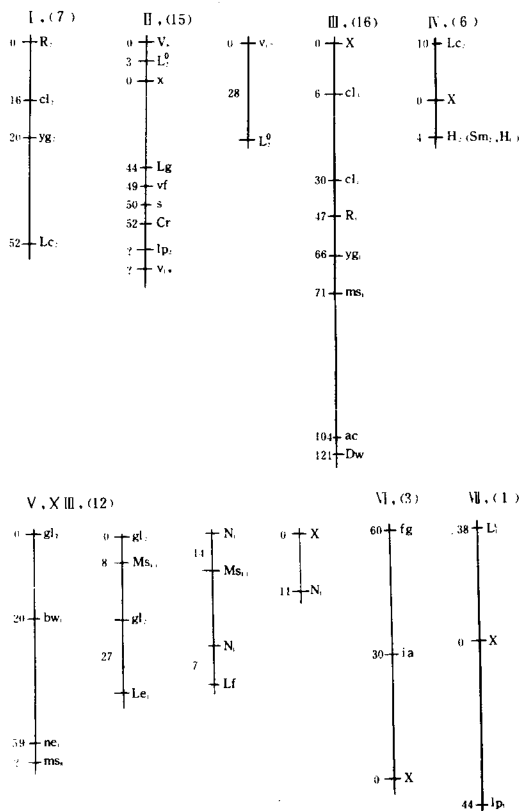
雄性不育基因Ms_{11}。有的雄性不育基因表现重叠遗传，如ms_5ms_6和ms_8ms_9。所有雄性不育基因中，ms_2表现完全雄性不育，其余都表现部分雄性不育。中国也从陆地棉洞庭1号品种中发现细胞核雄性不育的隐性基因。

已从野生二倍体哈克尼西棉转育了**细胞质雄性不育**基因，形成与陆地棉细胞核雄性不育基因互作的雄性不育型。也已从哈克尼西棉转育了显性雄性不育的恢复基因Rf。但恢复基因的恢复作用有待加强。

连锁群　**棉花质量性状**基因按理论上应有26个连锁群，但迄今只鉴定出18个（已经鉴定Ⅰ到ⅩⅧ连锁群，其中Ⅴ和ⅩⅢ连锁群同属于第12染色体，因此实际上是17个连锁群）。根据陆地棉质量性状118个突变基因的鉴定和分析，有63个突变基因分别属于这17个连锁群。已确定其中11个连锁群分别与一定的染色体相联系，2个与A或D染色体组相联系。其余4个尚未确定，已鉴定17个连锁群如图谱所示。

棉花异源四倍体的A、D染色体组各有13个染色体，A组的染色体分别和D组相应染色体构成部分同源染色体。如果A组染色体或D组的部分同源染色体缺失时，两种单体将表现相似的形态变异，因而可以应用单体鉴定部分同源染色体。截止到20世纪80年代初，已经鉴定第1与第15，第6与第25，第7与第16，第12与第26染色体具有部分同源性。部分同源染色体上的基因表现重叠遗传，例如，第7染色体的R_2、cl_2基因和第16染色体的R_1，cl_1基因；第12染色体的gl_2、ne_1，bw_1基因和第26染色体的gl_3、ne_2、bw_1基因等。

连锁群（染色体或亚染色体组）



异源四倍体棉种的连锁群图

注：1. "X"表示染色体的着丝粒，在其上方的是短臂，下方的是长臂。

2. 凡着丝粒尚未确定的染色体，暂以远端的一个已鉴定基因作为图谱上遗传距离的起点。

3. 凡染色体的个别区段，虽有基因定位，但与同一染色体的其他基因的联系尚未明确的，暂列于该染色体之一侧，备查。

数量性状遗传　棉花的经济性状都是**数量性状**。衣分、铃重、子指、衣指等产量性状和纤维长度、细度、强度等品质性状的变异，大多受加性基因的作用，当代选择的效果比较明显。单株铃数和产量的变异主要受显性基因和上位性基因的作用，而且受环境的影响特别明显，需要进行多年、多点试验，才能作出较正确的鉴定。

棉花数量性状遗传力的估测，常因材料、地区和所用的方法不同而有差异。通常皮棉产量、单株铃数、单铃重的遗传力较低；衣分、子指、衣指等的遗传力为中等；纤维的长度、细度、强度等的遗传力较高。根据双列杂交分析，陆地棉的衣分、衣指、子指及纤维性状的一般配合力最高，说明加性基因效应起主要作用。子棉产量、皮棉产量、单株结铃数、单铃子棉重、结铃率等性状的特殊配合力较强，说明显性效应起主

要作用。

棉花的某些数量性状和质量性状间存在一定的相关，可能由于一因多效或基因连锁，或二者都有关系。陆地棉的衣分与光滑叶片的显性基因Sm_1及Sm_2之间的相关，是一因多效的作用。两个显性基因中只要有一个存在，就会减少植株和叶片上的茸毛和种子外表的纤维，因而降低衣分率。

棉花性状间的遗传相关可以作为性状选择的依据。如果两性状的遗传相关高，选择一个性状即可同时导致另一性状的改变。衣分、单株结铃数和皮棉产量呈高度正相关。通径系数分析也证明，单株结铃数对产量的直接作用最大，单铃子棉重量和衣分次之。皮棉产量和纤维长度、强度呈负相关，其中至少一部分是由于基因连锁引起的。

染色体变异　陆地棉的染色体变异，研究较多的是**单体**(monosome)和**易位体**(translocation line)。这些染色体突变型可在自然界发生，也可因化学或物理因素诱变，或通过远缘杂交而产生。

单体　与二倍体不同，异源四倍体陆地棉可以将单体配子传递给相继的后代。陆地棉的26个单体中已经鉴定出的有15个，其中9个属于A染色体组，6个属于D染色体组，均已分别按染色体编号命名。单体所缺失的染色体，通常须利用易位体进行鉴定。

陆地棉单体植株自交，或以单体为母本和其他陆地棉品系杂交所得的后代中，都只有**单体**和**二体**(disome)，没有**缺体**(nullisome)；因为大多数陆地棉单体不能通过雄性配子传递。在单体后代中，单体再出现的频率决定于单体雌配子的传递率。一般情况下，从没有经过选择的种子获得单体植株的频率约为20～50%，有些单体的频率只有5～10%。

由于单体自交的后代，包括单体和二体，而且单体再度出现的频率有差异，因而为了保存单体，必须对形态性状进行严格的田间鉴定，以及室内的细胞学鉴定。由于单体有一个染色体的缺失，因而每个单体均有其特定的形态特征，可在田间与其二体姊妹系进行鉴别。单体植株的各部分一般都比正常的二体植株瘦小。不同单体又各有其特点，例如，单体6的植株挺直而坚韧，呈瘦长塔形；单体7的苞叶锯齿分布直达苞叶基部；单体9的棉铃圆形，有疵点等。有些单体植株在苗期即可辨认出来。单体的细胞学鉴定，是在显微镜下观察花粉母细胞减数分裂中期Ⅰ所表现的游离单价体的染色体构型。

大多数陆地棉的单体表现相当稳定，由于不正常的分离而形成端着丝粒染色体或等臂染色体的机会极少。单体9可能由于胚囊发育时染色体分离不正常，后代除正常二体和少数单体9植株外，还会出现一个或多个染色体缺失或重复的非整倍体植株。

单体的遗传研究主要用以鉴定某突变基因所在的染色体，确定其连锁群。在育种上利用单体可在棉种间选育替换系，如陆地棉的某些染色体可用海岛棉的相应染色体进行置换，从而选育具有种间综合优良性状的替换系新品种。

易位体　在异源四倍体棉种中，相同染色体组或不同染色体组之间，非同源染色体都可能发生相互交换而形成为易位体。陆地棉中已经鉴定了62个易位系。在26对染色体中，除第26对以外，其余各对都已经鉴定出其相互易位系，大多数是通过辐射处理产生的。62个易位系中，58个含有两对不同染色体的交换，3个含有三对不同染色体间的交换，1个含有四对不同染色体间的交换。由于与易位有关的染色体都已经过鉴定，因此可以利用这些易位系作为鉴定新发现的单体的方法之一。

陆地棉的62个易位系中，已有25个分别鉴定了易位染色体上的一个或几个基因，各具有标记性状；并已经鉴定易位断点和着丝粒之间的距离，这是棉花中比较完整的一套标记染色体。此外，陆地棉易位体由于含有重新接合而且呈平衡状态的染色体，因此它的雌雄配子都是可育的。由于易位体有这些优点，除用于鉴定单体所缺的染色体外，还经常用于连锁分析，以鉴定突变基因的连锁群，并可估测与已鉴定基因或易位断点间的遗传距离。

参考书目

Feng C. F.（冯泽芳）, *Genetical and cytological study of species hybrid of Asiatic and American cotton*, Bot. Gaz. Vol. 96, No.3, 1935.

Yu C. P.（俞启葆）, *The inheritance and linkage study of yellow seedlings. A lithal gene in Asiatic cotton*, Jour. Genetics. Vol.39, No.1, Pg.61～68, 1939.

Endrizzi, J. E. et. al., *Genetics, Cytology and evolution of Gossypium*, Advances in Genetics. Vol.23, Pg. 272～375, 1985.

（潘家驹）

棉花营养钵育苗移栽 (transplanting cotton seedlings raised in soil cubes)

用营养土制成的圆柱形钵培育棉苗或用营养土直接育苗后切割成块，待棉苗长出2～3片真叶后，再适时移栽至大田中的植棉方法。

20世纪以来，不少产棉国进行过棉花**育苗移栽**试验，或对育种材料和遗传材料采用营养钵育苗，进行繁殖和保存。中国50年代开始研究，60年代生产上已有大面积的应用。至1984年全国棉花育苗移栽面积约占植棉总面积的1/5，其中江苏、浙江、上海等省(市)营养钵育苗移栽面积占植棉面积的80%。营养钵育苗移栽现已成为中国的一项高度集约、早熟高产的植棉技术。

由于育苗移栽苗期不占棉田，可克服棉麦两熟中生长季节不足的矛盾；在冬作绿肥地上，春季可推迟

绿肥翻压期，提高鲜草量。营养钵育苗可提早播种，营养充足可保证幼苗生长所需的养分，因此棉苗早发，而且匀壮。移栽后，可保证大田苗全、苗齐，克服直播棉田中常因局部不良环境造成的缺苗、断垄现象。尤其在盐碱地、粘土地及春旱地上效果更为显著。在繁育良种的棉田上采用育苗移栽，可节省用种量，提高繁殖系数。

育苗技术　选背风向阳，**排水**良好有**灌溉**水源的地块建苗床。用含有养分、适度水分和无病的土壤制成营养钵。移栽前30～45天，当5厘米地温日平均值稳定在8℃以上时，选择晴天播种，播后用弓架覆盖塑料薄膜。棉苗出土而真叶平展以前，不要揭膜。待棉苗真叶平展到二叶期，在弓棚薄膜四周开通风口，昼开夜闭，调节温度和湿度，使苗床保持25℃左右。移栽前15天，如棉苗有旺长趋势时，可以搬钵蹲苗，即在晴天揭膜，移动苗钵，按苗龄及长势重新排列，适当加土培植，然后再覆盖薄膜，以控制地上部生长，促发侧根。

移栽技术　一般当气温稳定在15℃以上时，即可移栽。中国北方一熟棉区约在4月底至5月上旬；南方两熟棉区，麦行套栽棉田约在5月中旬，大麦茬或油菜茬后移栽的，约在5月中下旬。移栽时苗龄以2～3片真叶为宜，两熟棉田晚茬棉也可在4～6片真叶时移栽。移栽前3～5天，苗床需施少量氮肥，或根外喷施磷肥，并喷药治虫；移栽前一天可适当浇水，便于起苗。移栽方法有两种：①打洞移栽。前茬收获后土地不耕翻，按行株距打洞，然后移苗覆土。②开沟移栽。前茬作物收获后，按行距开沟，沟深与营养钵高度相等，然后按株距栽苗覆土。无论用何种移栽方法，都要使钵土与大田土壤融合，以缩短缓苗期。要选晴天进行，避免在低温土湿时移栽，形成板土僵苗。移栽后及时浇施少量肥（粪）水，适时中耕松土，促使棉苗健壮生长。（张　驹）

棉花育种 (cotton breeding)　以**棉花**的不同**种质资源**为材料，通过**遗传**改良，选育具有较高生产潜力、优良纤维品质或某些特殊性状并适应于一定地区种植的**棉花品种**。棉花育种对提高棉花产量、改进品质、增强抗逆力、扩大种植区域和改良栽培管理技术等都具有重要的作用。

育种简史　世界各主要产棉国都十分重视棉花品种改良。美国自19世纪末期以来，先后育成了爱字棉、斯字棉、岱字棉、珂字棉等不同系统的优良品种。苏联在十月革命以后，加强了陆地棉及海岛棉新品种选育工作，取得显著的成效。埃及则主要进行埃及型海岛棉的品种选育，育成了许多著名的长绒棉品种。

中国在20世纪20年代已开始运用现代育种技术选育出百万棉、孝感长绒等**亚洲棉**品种。后来由于**陆地棉**替换了亚洲棉，育种重点也就转向陆地棉的改良。至1984年止，育成推广的新品种面积在700公顷以上的有155个。包括中熟、早熟、丰产、抗病等不同类型的品种。其中通过全国棉花**品种区域试验**鉴定的品种有4批，计78个品种。从发展进程看，40～50年代主要是从国外**引种**获得陆地棉良种，如引入岱字棉15，经试验、示范后大面积地替换了亚洲棉品种。60～70年代同时采用选择育种及杂交育种法，育成了洞庭1号、中棉所3号、徐州1818、鲁棉1号等一大批丰产良种。其丰产性超过了国外引入品种。80年代着重采用杂交育种法，育成了一些丰产、抗病或纤维品质又有所提高的新品种，如鄂沙28、冀棉8号、陕1155、86－1等。80年代初，中国自育品种的种植面积已占全国棉田的90%以上。

育种目标　丰产、优质、早熟、抗逆、适应性广、适合机械化作业是棉花育种的总目标。各棉区由于自然条件和生产水平不一，具体的育种目标有所不同。

新品种的皮棉产量一般要求比当地推广品种的原种增产10%以上。棉花产量是由单位面积上的株数、单株铃数、单铃子棉重和衣分等因素构成。因此，在产量性状上要注意选择出苗好，苗期抗逆性强；单株结铃率高，特别是中下部结铃多，且植株较紧凑，适于密植；棉铃大小适当，衣分高，子指也较大等优良性状。对于与群体光能利用率有关的单株叶片大小和形状、植株分枝习性和株型等性状，也要注意选择。

纤维品质决定棉花纺织价值，是棉花育种的主要目标之一（见**棉纤维品质育种**）。抗病（见**棉花抗病育种**）、抗虫（见**棉花抗虫育种**），以及耐旱、耐盐碱和对某些不良环境因素抗性的选择，也是不可忽视的育种目标。

早熟性和产量、品质、抗性等均有密切关系，要统筹兼顾，相互协调。在生长季节较短地区，对早熟品种的要求更为迫切。黄河流域棉区一般要求霜前花率在85%以上；北部特早熟棉区及西北内陆棉区要在80%以上；长江流域棉区要求10月20日前收花量达85%以上。

适合机械化作业的棉花品种，要求主秆坚硬不倒伏，枝条有弹性，第一果枝距地面稍高，茎叶光滑，苞叶小而早落，吐絮时间集中，且棉铃的含絮力和棉瓤的联絮力较强。

此外，还要注意选育种子低棉酚、高油分或高蛋白质含量的品种，以便充分利用棉子种仁中的某些营养成分（见**棉子品质育种**）。

育种途径　主要途径是**选择育种**。棉花为常异花授粉作物。由于天然杂交和突变，品种群体中经常出现一些变异个体。因此，根据**育种目标**，在当地推广品种或引入品种的群体中采用选择育种方法，进行一次或多次的选择优良变异株。经过鉴定比较，最后育

成新品种。50年代以来，中国育成的棉花新品种中，约有半数是通过选择育种法育成的。

杂交育种是根据育种目标，针对现有优良品种需要改进、补充的优良性状，选择优缺点能相互弥补的材料作为杂交亲本，通过一定杂交方式产生杂种，然后按性状**遗传**规律和杂种各世代的具体表现，进行选择、鉴定、比较，从而育成新品种。**杂交方式**可根据亲本亲缘的远近，分为种内品种间杂交和种间杂交，以种内品种间杂交最为常用。中国50年代以来育成的新品种，约有1/3是杂交育种育成的，而其中绝大多数是品种间杂交的成果。为了丰富杂种的遗传组成，可以选择几个亲本材料分阶段地进行复合杂交；如要转育少数特殊优良性状，则可选用一个比较理想的轮回亲本进行回交；假使所需要的性状与某些不良基因有连锁，例如要打破高产与纤维优质性状间的负相关，可在杂种早期品系间进行有针对性的互交。总之，亲本选配和杂交方式因育种目标和材料而定。棉花为大株作物，与稻、麦等作物相比，一个杂交组合常难种植较大的群体。为了保证遗传重组的机率不至于太小，杂种的F_2群体至少应种植2000株以上；复合杂交（如双交）种的F_1群体，也要尽可能大些，最好不少于500株，才能提高优株入选率。种间杂交属于远缘杂交，主要是栽培棉种间或栽培棉种与野生棉种间的杂交。这是进一步发掘和利用种质资源，转育某些特殊性状的重要途径。但是，远缘杂交育种的技术难度较大，关键在于克服种间杂交的不孕性及杂种后代的不育性和生活力。为了改进棉花品种抗性和某些纤维品质性状，中国、美国和苏联等国均在开展棉花远缘杂交育种，并已选育出一些优良品系和材料。

杂种优势利用也是棉花杂交育种的一个方面，印度、中国等已配置一些强优势组合在生产上利用（见**棉花杂种优势利用**）。此外，还可采用诱变育种方法，以γ、β射线等物理因素或化学诱变剂处理棉子、花粉或棉株生长点，从中选择优良突变体，进而育成新品种。

不论采用何种育种方法，在育种过程中，对亲本和育种材料都要进行自交保纯或隔离防杂。为了克服棉花生育期长，一年只能种植一代的局限性，中国的棉花育种工作者已利用冬季气候温暖的海南岛，进行繁殖加代，以加快育种进程，缩短育种年限。

品种区域试验　这是客观评价新品种的生产能力、品质情况和适应地区，确定可供示范推广品种的必经程序。中国已在黄河流域、长江流域和北部特早熟棉区进行国家品种区域试验。同时又按三个品种类型，即抗病品种、适于耕作改制的短季棉品种和长绒棉品种布置跨区的国家品种区域试验。两种区域试验都有统一的实施方案和严格的试验要求，并互相配合进行。一般每个新品种需经2～3年的试验，综合表现优异的品种，经示范、试种评比后，提供有关部门审定，然后推荐应用于生产。1949年以来，通过国家品种区域试验，并在大面积生产中种植的有70多个品种，其中洞庭1号、中棉所3号、徐州142、冀棉8号、陕棉4号和86-1等的推广面积都在7万公顷以上，在生产上发挥了很大作用。　（汪若海）

棉花杂种优势利用 (utilization of heterosis in cotton)

棉花种间、品种间或品系间杂交的杂种一代，常有不同程度的优势，如果优势的综合表现优于当地最好的推广品种，即可用于生产，增加经济效益。

简史　1908年W. L. 鲍尔斯(Balls)报道了陆地棉与埃及棉的种间杂种一代，在植株高度、开花期、纤维长度、种子大小等性状上具有优势表现。关于**陆地棉**品种间**杂种优势**，30年代才有较系统的研究。此后，这方面的研究逐渐增多，肯定了杂种优势在棉花生产上利用的潜力，在此基础上逐渐转移到利用方法的研究及较大规模的生产试验。美国在培育细胞质控制的**雄性不育系**、**恢复系**方面取得较大进展。印度用手工去雄杂交制种，杂种已有较大面积种植，并取得显著的增产和改良纤维品质的效果。中国在30年代也已有了关于棉花杂种优势的研究。奚元龄(1936)研究证明亚洲棉不同生态型的品种间杂种一代的植株高度、衣指、单铃子棉重、单铃种子重及纤维长度等性状都表现有显著或微弱的杂种优势。50年代后期，江苏、浙江、上海等省(市)棉花科研单位研究了陆地棉与海岛棉杂种优势的利用问题，配制的一些杂交组合曾在这些地区试种。但由于组合不够理想，杂种纤维整齐度较低，纤维强度低于海岛棉，不孕子率高等原因未能在生产上大面积利用。陆地棉品种间杂种优势利用的研究，始于50年代，到70年代以后，进一步开展了制种方法的研究，并筛选出高优势的杂交组合。1982年用手工去雄杂交制种的杂种种植面积达3 000多公顷；1984年四川省利用核不育基因控制的洞A雄性不育系制种，其杂交种种植面积达到3万公顷，获得较显著的增产效果和经济效益。

杂种优势表现　不论棉花种间或品种间的杂种，一般都表现出苗快，生长健壮，植株较高，现蕾、开花提早，结铃多且铃较大，故产量较高。陆地棉与海岛棉杂交的杂种一代，产量一般高于海岛棉，低于或接近陆地棉品种；其产量优势主要表现为单位面积的铃数增加。杂种的纤维长度与海岛棉相似，纤维整齐度低于双亲；纤维强度一般介于双亲之间，低于海岛棉亲本；纤维细度一般高于双亲。陆地棉品种间杂交的杂种第一代，产量优势变幅很大，不同的杂交组合，产量可表现为负优势到较强的正优势。优良的杂交组合可比当地推广品种增产15%左右；强优势组合可增产20～30%。陆地棉品种间杂交的杂种产量优势主要

表现为铃重增加；杂种的纤维品质性状没有突出的优势，一般与双亲平均值接近；纤维的主体长度表现为部分显性。

选配组合　棉花不同亲本组合的杂交种所表现的杂种优势范围和程度常有不同。因此，选择适当的亲本，配制强优势组合是棉花杂种优势利用的关键。一般认为都具有好的农艺和经济性状，且优缺点可以互补，或地理生态条件差异较大的亲本材料进行杂交，其杂种一代常可获得较强的优势。选配组合同时注意选用当地的优良推广品种作为亲本之一，其杂种对本地条件常有较好的适应性，且有利于**杂交制种**。较可靠的方法是选用适当的亲本，利用**双列杂交**的统计分析方法，进行亲本配合力的测定。在**一般配合力**好的基础上，筛选出**特殊配合力**高的组合，则其杂种优势明显，生产应用价值大。此外，各地筛选的高优势组合，应该进行联合比较试验和区域试验，以鉴定其高产优质性能和地域的适应性。

制种方法　在棉花杂种优势利用中，至今仍无高效率、低成本、较简便的生产杂种种子的方法，这是限制棉花杂种优势广泛利用的一个重要因素。目前应用和进一步研究中的制种方法有以下5种：

手工去雄杂交　棉花花器大，手工去雄较易，一人一天约可生产0.5千克杂种种子。为了节约利用杂交种子，可配合营养钵育苗移栽，适应扩大杂种种植的行株距。这个方法费工费时，只适用于劳力较多的地区。

应用指示性状制种　以苗期具有隐性性状的品种作为母本，与具有相对显性性状的父本品种进行杂交，杂种一代根据苗期隐性性状的有无，识别真假杂种，这样可省去人工去雄。目前试用过的隐性指示性状有：苗期无色素腺体、芽黄、叶基无红斑等。

化学杀雄　用化学药剂杀死雄配子，而不损伤雌配子的正常受精能力，可省去手工去雄。在棉株上曾试用过二氯丙酸、二氯丙酸钠（又称茅草枯）、二氯异丁酸、二氯乙酸、顺丁烯二酸酰肼30（又称青鲜素，简称MH30）、二氯异丁酸钠（又称232或FW-450）等药剂，均有不同程度杀死雄配子的效果，表现花药干瘪不开裂，花粉粒死亡。这些化学药剂一般采用适当浓度的水溶液在现蕾初期开始喷洒棉株，开花初期可再喷一次，开放的花朵不必去雄，只需手工授以父本花粉。由于药剂杀雄效果不够稳定，用药量较难掌握，常引起药害，且受地区和气候条件影响较大，迄今未能在生产上应用。

二系法　利用核不育基因控制的雄性不育系制种，四川省选育的洞A核雄性不育系的不育性就是受一对隐性核基因控制的，表现整株不育，不育性稳定。以正常的可育姊妹株与其杂交，杂种一代将分离出不育株与可育株各半。用不育株作不育系，可育株作保持系，则可一系两用，不需要再选育保持系。因此这种制种方法称为二系法或一系两用法。供生产用的F_1种子则以正常可育父本品种的花粉给不育株授粉而产生。四川省利用洞A核雄性不育系配制了川杂1号、2号和3号三个优良杂交组合，其中川杂3号种植面积较大。这些杂交种可比当地原推广品种的原种增产皮棉10～20%。二系法不足之处是在制种田开花时鉴定花粉育性后，要拔除约占50%的可育株，不育株虽可免去手工去雄，但仍需手工授粉杂交。

三系法　利用雄性不育系、保持系和恢复系"三系配套"的方法制种。美国V. G. 迈耶(Meyer 1975)育成了具有野生二倍体棉种哈克尼西棉细胞质的雄性不育系DES-HAMS277和DES-HAMS16。这两个不育系的育性稳定，并且有较好的农艺性状。一般陆地棉品种都可作为它们的保持系。同时也育成了相应的恢复系DES-HAF277和DES-HAF16。这两个恢复系育性恢复能力不稳定，因此与不育系杂交产生的杂种一代的育性恢复程度变幅很大，正在进一步研究提高恢复系的育性恢复能力。另在利用三系制种时，传粉的媒介问题也尚未完全解决。

棉花杂种优势利用是提高棉花产量、品质和抗性的一个途径，但还存在缺少高优势组合、制种方法不完善或较费工等问题，需要进一步深入研究，才能在生产上更广泛的应用。

参考书目

Davis, D. D., *Hybrid cotton, specific problems and potentials*, Advances in Agronomy, Vol. 30, 1978.

（孙济中）

棉花整枝 (topping and pruning of cotton plant)　在**棉花**生育期间，特别是现蕾、开花、结铃期间，为了控制营养生长，改善通风透光条件，加强养分向生殖器官的分配，适时地摘除棉株主茎顶心和分枝上部分**营养器官**的技术。整枝是**棉田管理**中的一项重要措施。

中国早在公元13世纪末《农桑辑要》中已有打顶和打旁心的记载；在1765年的《**御题棉花图**》中描绘有"摘尖"专题的图示，此后逐步发展为成套的整枝技术。世界多数产棉国多采用肥水控制枝叶旺长的措施，不整枝。苏联在40年代曾推行去叶枝和打顶技术，70年代采取机械摘顶。

摘除主茎和分枝的顶尖，能消除顶端生长优势，控制营养器官的生长，改善棉田透光通风条件，提高光能利用率，从而协调营养生长和生殖生长的关系；调节养分分配，并促使棉株体内营养物质向**生殖器官**运输，减少**蕾铃脱落**，增加铃重及霜前收花率。

整枝技术　精细的整枝技术包括以下5个步骤。

去叶枝　棉株的叶枝（亦称木枝或营养枝）一般有2～4个，着生于主茎下部第3～7节。当第一果枝现蕾

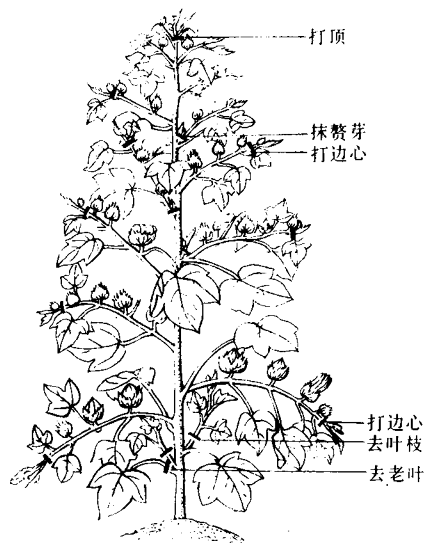
时，除保留果枝以下一两片主茎叶外，将其它各节的主茎叶和所有的叶枝全部除去，使棉株体内营养充分供应果枝上蕾铃的发育。

打顶　亦称摘心。在初花至盛花期间，摘除棉株主茎顶尖一叶一心，以控制株高和无效果枝的增长。还需根据土地肥力、种植密度和生长势确定打顶时间。黄河流域棉区一般在小暑与大暑之间（7月中旬），距初霜前约80～90天。无霜期短的北部特早熟棉区及西北内陆棉区还需适当提早。长江流域棉区，在大暑与立秋之间（7月下旬至8月初），打顶后的棉株一般有8～16个果枝，约每公顷留果枝75万～90万个。打顶过早不能充分利用生长季节，且造成赘芽丛生；过迟则无效果枝多，消耗大量养分，降低后期的铃重。

打边心　亦称打群尖。摘除果枝的顶芽，以控制无效果节生长，调节养分分配，改善通风透光条件，增结靠近主茎的内围铃，增加铃重。同时可以除去一部分三四代棉铃虫的卵和幼虫。一般在打顶前先打主茎下部果枝的边心；在打顶后再分次打中、上部果枝的边心。

抹赘芽　在土壤肥水充足，棉田荫蔽或打顶过早的情况下，旺长棉株中、上部叶腋中的先出叶腋芽（二级腋芽），形成赘芽。因其生长快，消耗养分多，故需及早抹去。如光照充足、昼夜温差大，二级腋芽也可发育成花芽，开花后成为桠果。但其铃小，且影响相邻正常蕾铃的生长，也宜抹除。

打老叶、去空枝　对旺长棉株，在花铃后期，可打去主茎下部的老叶。对立秋后出现的无效蕾和白露后的无效花，也要及时摘除。同时对棉株下部未结棉铃的空果枝要剪去，使养分供应上部结铃果枝，并可改善透光通风条件，有利于开铃、吐絮。



整枝示意图

棉花整枝技术，在肥水充足、密度较大、长势较旺的棉田应用，效果明显。在肥力、密度和长势正常的棉田，可简化为去叶枝和打顶心两项。在旱薄地、干旱年份或长势较弱的棉田，只进行打顶一项即可。

（张　驹）

棉花种植密度 (planting density of cotton)

单位面积土地上通过行、株距的合理配置所种植的棉花株数。棉花是无限生长的、营养生长与生殖生长长期并进的喜光大株作物。合理的种植密度能协调棉株生长发育与环境条件、**营养生长**与**生殖生长**、个体与群体的关系，达到充分利用阳光和地力，提高棉花产量的目的。

世界主要植棉国家都十分重视种植密度，美国、苏联等国棉花的种植密度一般为每公顷4.5万～7.5万株。美国在高原及旱地上采用宽行种植（行距为100厘米左右），每公顷种植密度达12万株。中国在50年代以前，棉花的种植密度一般较稀，每公顷约3万株。50年代末期，推行合理密植，每公顷增加到6万～9万株，80年代以来由于施肥水平提高，棉花种植密度又有所下降，每公顷为4.5万～7.5万株左右。

合理密植的好处　合理密植增产的原因在于：①棉株根系在土壤中分布合理，能最大限度地吸收养分，充分利用地力；②单位面积上叶面积分布均匀合理，能充分利用光能，制造较多的有机养料，保证生殖器官的正常生长，又不致因叶面积过大而造成田间荫蔽，导致蕾铃脱落；③棉田通风透光条件良好，靠近主茎内围的果节能正常发育，提高结铃率和单位面积的总铃数，保证高产。同时靠近主茎的果节成铃早，能够促进早熟，提高纤维品质。

确定密度的原则　种植密度应根据具体条件而定。一般在无霜期长、降雨多的地区，密度宜小；无霜期短、降雨少的地区，密度宜大。在肥、水条件好的棉田，密度宜小；旱薄地，密度宜大。株型松散的品种宜稀；株型紧凑的品种宜密。早播的要稀，晚播的要密；春播的要稀，夏播的要密。

行距的配置　中国各棉区主要采用等行距和宽窄行两种。①等行距一般在雨水充足、生长期较长、土壤肥力较高的棉田采用，行距约为65～80厘米；雨水偏少、生长期较短、土壤比较瘠薄的棉田，行距约为50～70厘米。株距根据已定行距和种植密度而定，一般不小于15厘米。②宽窄行多在肥沃棉田或间套种棉田采用。以窄行增加种植密度，宽行可改善通风透光条件，有利于棉株中、下部结铃。也便于田间管理。行距的配置视不同土壤、肥力、种植制度而定，一般宽行距为80～100厘米，窄行距为40～60厘米，平均行距为50～80厘米；株距为20～30厘米。

（唐耀升）

棉花种质资源 (cotton germplasm resources)　棉属中具有一定遗传特点的栽培种、半野生种、野生种及其近缘植物的统称。是**棉花**品种选育的原始材料，也是研究棉属**遗传**、进化和分类的基本材料。

生产上要求选育具有优质、高产、抗病等综合优良性状的棉花新**品种**，首先须有丰富的**种质资源**为其育种工作提供原始材料。在长期育种工作中，由于对一些性状选择或淘汰不当，致使一些有用的种质资源流失。生产上由于棉种或品种更换，有些品种不再种植，因保管不善而丧失发芽力，也使一些有用的种质资源丢失。因此，广泛搜集、研究和保存棉花种质资源，防止流失和损失，并鉴定各种性状的利用价值，这是棉花育种工作中一项重要的基础工作。

资源类别　一般分为5种：①推广品种。生产上正在应用的品种。一般具有许多优良的性状，可供进一步选育新品种利用。②过时的栽培棉种和品种。以往在生产上曾经推广过，但以后被淘汰的栽培棉种或品种，往往具有个别未曾被利用的性状。例如亚洲棉和草棉现在已很少种植，但它们都具有一些优良的抗性可供利用。③引进品种。引进的国外品种或品系，有的虽不能直接应用于生产，但它们各具特点，而且经过引种驯化，很可能出现新的变异类型，可供育种利用。20世纪50年代以来，中国从美国引进的岱字棉15，在长江、黄河流域等棉区推广，从中选育出不少优良品种，如洞庭1号、沪棉204、中棉所2号、3号等。④半野生棉种和野生棉种。陆地棉中有一些半野生棉种系，如墨西哥棉、尤卡坦棉等；二倍体野生棉种，如瑟伯氏棉、辣根棉、哈克尼西棉、雷蒙德氏棉、比克棉等；四倍体野生棉种，如夏威夷棉等，具抗病、抗虫和抗逆性以及优良的纤维品质等性状，都是可供育种利用的资源。栽培棉种与半野生棉种或野生棉种以及野生棉种间所产生的远缘杂种后代，也都是可供利用的种质资源。⑤棉属近缘植物。与棉属相近的锦葵科中一些植物所具有的某些优良性状，将来也可能通过生物技术在棉花育种中得到利用。

搜集和保存　世界主要产棉国均十分重视棉花种质资源工作。联合国粮农组织**植物种质资源委员会**(IBPGR)专门设有棉属资源工作组。美国从20世纪初就开始到墨西哥、危地马拉等地考察，搜集棉花种质资源，并广泛搜集各种育种材料，分别保存在密西西比州斯通维尔地区三角洲试验站、得克萨斯州农工大学试验站和亚利桑那州棉花研究中心。苏联也多次去中南美洲考察，搜集了大量的棉花种质资源，分别保存在全苏植物栽培研究所中亚分所、乌兹别克科学院实验植物研究所和塔什干大学。印度、埃及、法国等也都设有专门研究单位和种子库，搜集和保存棉花种质资源。

中国对棉花种质资源也早已进行搜集和保存。1949年以前主要搜集国内的中棉品种和引进一些陆地棉品种。50年代以后，多次在全国范围内广泛搜集中棉和陆地棉栽培品种，并从国外大量引种。70～80年代前后几次赴墨西哥、美国、法国、澳大利亚等国考察，除了广泛搜集一般品种和品系外，重点搜集棉属野生种、半野生种及一些遗传标记品系。到1984年止，共搜集保存棉花种质资源4 800多份。为了保持种质材料的生活力和纯度，一般材料每隔两年种植一次，开花期间进行人工自交，并严格执行分收、分晒、分藏，防止混杂。棉花种质资源分别保存在中国农业科学院棉花研究所和中国农业科学院作物品种资源研究所。对于短日性敏感的野生棉种和半野生棉种，为了长期保存活体，在海南省崖县设有专门种植园进行保存。此外，由于生态条件的不同，在江苏、辽宁和新疆等省(自治区)的棉花科学研究单位也分别保存部分材料，以供研究利用。

研究和利用　搜集到的各种类型的种质资源，首先需要进行整理和分类，观察研究各个材料的植物学性状、农艺性状和经济性状，而后再进行单项性状的鉴定。例如抗病、抗虫、抗旱、抗盐碱、耐湿、耐肥以及纤维品质等性状的鉴定，分析比较其遗传和生理特性。根据研究鉴定的结果，把种质材料分为若干类群，以便进一步深入研究和利用。例如，对各种棉花种质资源可以通过枯萎病抗性鉴定，把大量材料按它们的抗性表现划分为高抗、中抗、感病等类群，从而选用其中高抗的材料作为抗枯萎病育种的杂交亲本

（钱思颖）

棉铃 (cotton boll)　棉株开花受精后的子房发育而成的蒴果，其状如桃，俗称棉桃。大多呈卵圆形，也有圆锥形或圆形；铃壳表面光滑，具有褐色的多酚色素腺体；一般由3～5个心皮组成，每个心皮称为室或瓤，每室有7～11粒着生纤维的棉子

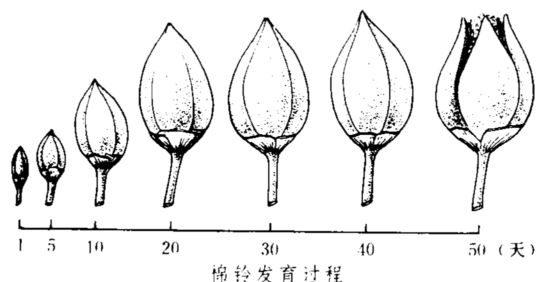
棉铃发育　可分为3个时期：

体积增大期　受精后的子房开始发育增大，7天后幼铃直径约2厘米，此后体积急剧增大，棉株同化产物大量输入铃壳贮积。开花后15～20天增长最快，20～30天铃的外壳基本定型，其含水量高达80～85%由于含有大量蛋白质、果胶和可溶性糖，易受虫害。铃色鲜绿，常称青铃。铃壳与**子棉**的风干重比约为1:0.4。

内部充实期　历时25～30天，与前一时期略有重叠。输入并贮积在铃壳中的养分不断转运到种子和纤维，铃壳开始脱水老化、变硬，铃面逐渐转为红褐色，称为硬铃或老桃。其含水量降到70%以下，铃壳与子棉的风干重比约为1:2.3。

成熟吐絮期　历时5～7天。棉铃成熟时，内部释放大量乙烯，促使铃壳加速脱水，含水量迅速降到20%

以下，于是铃壳沿心皮背缝开裂、干缩。同时子棉也脱水，纤维膨松外露，称为吐絮。此时铃壳与子棉的风干重比约为1:3（见图）



棉铃发育过程

开花到吐絮所需的天数称铃期，约需≥15℃活动积温1 300～1 500℃，少于1 000℃时常不能正常吐絮，铃重亦随之减轻。铃期长短因品种、气候和栽培管理条件等不同而异，其中特别与温度关系较为密切。如日平均温度依次为30～25℃、25～20℃和20～15℃，铃期将分别为50天、60天和70天左右。日平均温度低于15℃时，棉铃不能自然吐絮。

铃重的构成因素　铃重是构成棉花产量的重要因素之一，一般指100个正常吐絮的棉铃的平均子棉重（克）；在品种试验和栽培研究中，多以整株吐絮棉铃的平均子棉重表示。铃重大小因品种、结铃期、结铃部位及肥、水等环境条件不同而异。陆地棉品种铃重一般为3.5～5.5克。构成铃重的因素：①子指，以100粒正常成熟的种子重（克）表示种子的大小。陆地棉品种的子指一般为10克左右。②衣指，100粒正常子棉的纤维重（克）。陆地棉品种的衣指一般为7克左右。③衣分，单位重量的子棉所轧出的纤维所占子棉总重量的百分数。陆地棉品种的衣分多在37%以上。

三桃划分　中国在棉花生产上习惯于把棉株生育期间所结棉铃，按其结铃时期的早、晚划分为：①伏前桃。在7月15日（长江下游为7月20日）以前所结的棉铃。因正好处在农历入伏节令以前，故称伏前桃。一般占单株总铃数的5～10%，多为下部果枝第一果节的棉铃，铃重较轻。②伏桃　在7月16日（长江下游棉区为7月21日）至8月15日（北部特早熟棉区为8月10日）所结的棉铃。因正处在农历的三伏节令内，故称伏桃。占单株总铃数的55～65%，多为中下部果枝接近主茎节位的棉铃，铃较重，子棉发育好，是决定产量和纤维品质的主体。③秋桃　在8月16日（北部特早熟棉区为8月11日）以后所结的棉铃。因处在立秋节令以后，故称秋桃。一般占单株总铃数的25～40%。因后期温度低，棉铃成熟差，铃重较轻，纤维品质亦差。

（张　驹）

棉属分类（classification of *Gossypium* species）　根据形态特征、地理起源和细胞遗传学等方面的研究，区分棉属中的各个种，从而探索种间亲缘关系，阐明棉属的进化系统。

早期的棉属分类是以棉株的外部形态，如株型、叶型、花器结构、种子光滑与否或有无短绒等为主要依据。随着细胞遗传学等学科的发展，使棉属分类进入按照染色体数目划分的阶段。以后又以染色体组作为分类的依据，将棉属分类和地理起源及种间亲缘关系相联系。由于生物化学和分子遗传学等学科的发展，通过染色体组型分析、同功酶带型分析和染色体DNA含量测定等方法所获得的资料，更为棉属中各棉种间亲缘关系的研究提供了许多参考依据，使分类工作有所发展。

根据形态特征的分类　1753年瑞典C. V. 林奈（Linne）最早确定棉属（*Gossypium*），分成3个种：草棉、亚洲棉和海岛棉。后来又增加2个种：陆地棉、宗教棉*G. relegiosum* L.。1877～1878年意大利A. 托达罗（Todaro）从世界各地搜集大量棉属材料，进行活体研究，分成54个种。1907年英国G. 瓦特（Watt）在他发表有关世界野生棉种和栽培棉种的著作中，将棉属归纳为5类，29个种，13个亚种。第1、5类为野生种；栽培种均列在第2、3、4类。

根据染色体数目的分类　1924年英国H. J. 德纳姆（Denham）和苏联A. Φ. 尼古拉耶娃（Николаева）首次分别报道旧大陆栽培棉的染色体数目（n＝13）和新大陆栽培棉的染色体数（n＝26）。1927年苏联Г. С. 扎伊采夫（Зайцев）以种子有纤维的棉种为研究材料，提出按染色体数目进行分类：一类包括所有旧大陆的棉种2n＝26；另一类包括所有新大陆的棉种2n＝52。并指出这两类之间的杂交种是完全不育的。他又将每一类分成2个组，旧大陆棉分成非洲组和亚洲组；新大陆棉分成中美洲组和南美洲组，共4个组。

根据染色体组的分类　1940年美国J. O. 比斯利（Beasley）进一步将2n＝26和2n＝52中的各个不同种，参照不同地理分布和各种间杂交能否产生杂种，以及杂种F_1减数分裂时染色体的行为，分成A、B、C、D、E和（AD）6个染色体组。A代表亚洲类型的棉种，B代表非洲类型的棉种，C代表大洋洲类型的棉种，D代表美洲野生二倍体棉种，E代表阿拉伯—印度类型的棉种，（AD）代表美洲四倍体棉种。奠定了棉属现代分类的基础。1947年英国J. B. 哈钦森（Hutchinson）、1954年苏联Φ. M. 马乌尔（Mayep）等人又分别把棉属分类作了一些修正，分别将棉种归纳分成一些组或亚组。

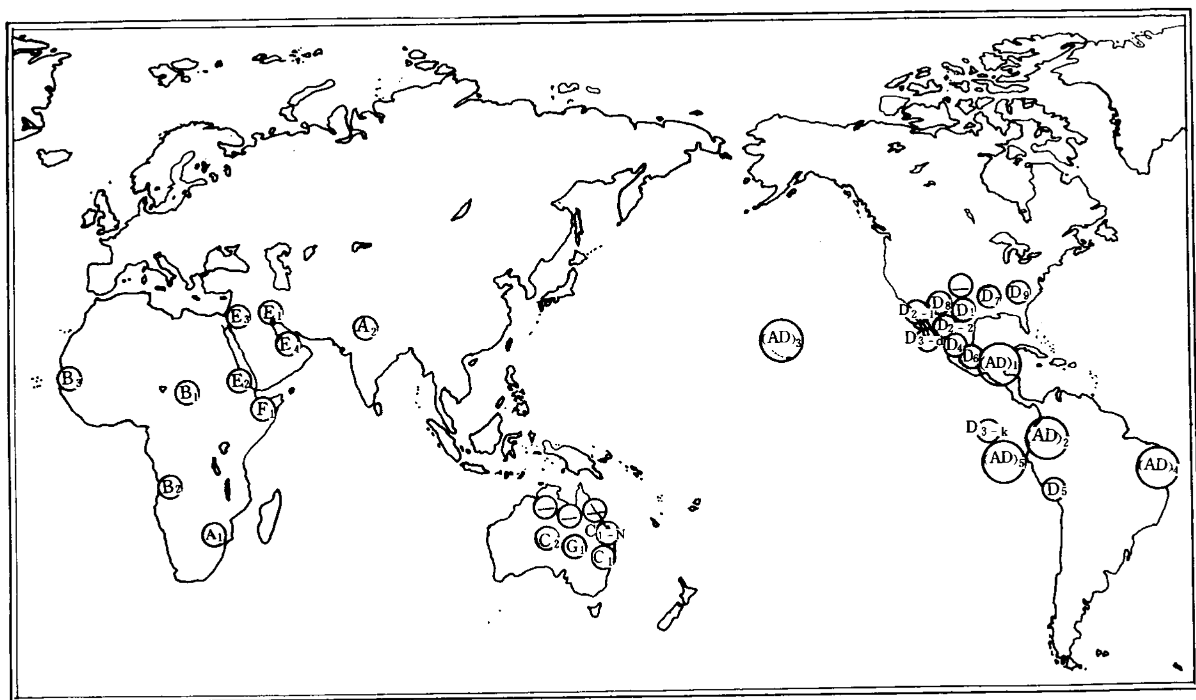
1966年美国L. E. 菲利普斯（Phillips）和M. A. 斯特里克兰德（Strickland）对原产于非洲东部的野生二倍体长萼棉的细胞学研究，认为长萼棉是一个新的细胞型，把长萼棉单独列为一个新的F染色体组。1979年美国G. A. 爱德华兹（Edwards）和巴基斯坦

棉属的种及其地理分布

种名	初次描述年份	染色体组	分布范围
草棉 *G. herbaceum* L.	1753	A_1	亚洲和非洲栽培种
亚洲棉 *G. arboreum* L.	1753	A_2	亚洲和非洲栽培种
异常棉 *G. anomalum* Wawr. & Peyr.	1860	B_1	非洲南部和北部：①安哥拉(Angola)和纳米比亚(Namibia)；②尼日尔(Niger)到苏丹(Sudan)
三叶棉 *G. triphyllum* (Harv. & Sand) Hochr.	1862	B_2	非洲南部
绿顶棉 *G. capitis-viridis* Mauer	1950	B_3	西非佛德角群岛
斯托提棉 *G. sturtianum* J.H. Willis	1863	C_1	大洋洲中部
斯托提棉变种南德华棉 *G.sturtianum* var. *nandewarense* (Derera) Fryx.	1964	C_{1-n}	大洋洲东南部
鲁滨逊氏棉 *G. robinsonii* F. Muell.	1875	C_2	大洋洲西部
澳洲棉 *G. australe* F.Muell.	1858	—	大洋洲中部
皱壳棉 *G. costulatum* Tod.	1863	—	大洋洲西北部
杨叶棉 *G. populifolium* (Benth.) Tod.	1863	—	大洋洲西北部
坎宁安氏棉 *G. cunninghamii* Tod.	1863	—	大洋洲最北部
小丽棉 *G. pulchellum* (Gardn.) Fryx.	1923	—	大洋洲西北部
纳尔逊氏棉 *G. nelsonii* Fryx.	1974	—	大洋洲中部
细毛棉 *G. pilosum* Fryx.	1974	—	大洋洲西北部
瑟伯氏棉 *G. thurberi* Tod.	1854	D_1	墨西哥索诺拉州(Sonora)、奇瓦瓦(Chihuahua)；美国亚利桑那州(Arizona)
辣根棉 *G. armourianum* Kearn.	1933	D_{2-1}	南美洲圣马科斯岛(San Marcos Island)、墨西哥下加利福尼亚(Baja California)
哈克尼西棉 *G. harknessii* Brandg.	1889	D_{2-2}	墨西哥下加利福尼亚
戴维逊氏棉 *G. davidsonii* Kell.	1873	D_{3-d}	墨西哥下加利福尼亚
克劳次基棉 *G. klotzschianum* Anderss.	1853	D_{3-k}	加拉帕戈斯群岛(Galapagos Island)
旱地棉 *G. aridum* (Rose & Standl.) Skov	1911	D_4	墨西哥西部锡那罗亚(Sinaloa)至瓦哈卡(Oaxaca)
雷蒙德氏棉 *G. raimondii* Ulbr.	1932	D_5	秘鲁西部和中部
拟似棉 *G. gossypioides* (Ulbr.) Standl.	1913	D_6	墨西哥瓦哈卡(Oaxaca)
裂片棉 *G. lobatum* Gentry	1956	D_7	墨西哥米却肯(Michoacan)
三裂棉 *G. trilobum* (DC.) Skov.	1824	D_8	墨西哥西部锡那罗亚(Sinaloa)至莫雷洛斯(Morelos)
松散棉 *G. laxum* Phillips	1972	D_9	墨西哥格雷罗(Guerrero)
特纳氏棉 *G. turneri* Fryx.	1978	—	墨西哥靠近瓜伊马斯(Guaymas)和索诺拉(Sonora)
斯托克西棉 *G.stocksii* Mast. ex Hook.	1874	E_1	阿拉伯(Arabia)、巴基斯坦(Pakistan)和索马里(Somalia)
索马里棉 *G. somalense* (Gürke) Hutch.	1904	E_2	索马里(Somalia)、肯尼亚(Kenya)、苏丹(Sudan)
亚雷西棉 *G. areysianum* (Defl) Hutch.	1895	E_3	阿拉伯南部
灰白棉 *G. incanum* (Schwartz) Hillc.	1935	E_4	阿拉伯南部
长萼棉 *G. longicalyx* Hutch & Lee	1958	F_1	非洲东部
比克氏棉 *G. bickii* Prokh.	1910	G_1	大洋洲中部
陆地棉 *G. hirsutum* L.	1763	$(AD)_1$	世界栽培种
海岛棉 *G. barbadense* L.	1753	$(AD)_2$	世界栽培种
夏威夷棉 *G. tomentosum* Nutt. ex Seem.	1865	$(AD)_3$	夏威夷群岛
黄褐棉 *G. mustelinum* Miers ex Watt	1907	$(AD)_4$	巴西东北部
达尔文氏棉 *G. darwinii* Watt	1907	$(AD)_5$	加拉帕戈斯群岛(Galapagos Island)
茅叶棉 *G. lanceolatum* Tod.	1877	$(AD)_6$	墨西哥主要是庭园栽培

注："—"染色体组未定。

M. A. 米尔扎（Mirza）根据染色体组型分析，认为大洋洲的野生二倍体比克氏棉与大洋洲其他野生二倍体棉种的C染色体组显然有所不同，且与C染色体组的标准种斯托提棉截然不同。遂将比克氏棉另列为新的G染色体组。1978年美国P. A. 费里克赛尔(Fryxell) 总结前人的分类研究，根据棉种的地理分布及染色体组，将棉属分为39个种（见表、图），使棉属分类更趋完善，为当代分类学家所公认。菲列普斯命名



棉属中不同染色体组棉种的地理分布

注：Ⓐ、Ⓑ、Ⓒ、Ⓓ、Ⓔ、Ⓕ、Ⓖ——分别为各染色体组的二倍体棉种，其中下角数字代表不同棉种；

AD——由A和D染色体组合成的异源四倍体棉种，其中下角数字代表不同棉种；

—染色体组未定的棉种

的野生二倍体长须棉（*G. barbosanum*）原来归入染色体组B_3。1978年费里克赛尔认为这个种与绿顶棉属于同一类型，这一论点尚有争论，故未列入表内。在表中所列的39个种中，有6个为异源四倍体种，33个二倍体种。其中4个为栽培种，35个野生种。栽培种的**陆地棉、海岛棉、亚洲棉和草棉**还各有若干半野生的种系。表中有8个棉种的染色体组尚未确定，4个种还不能利用人工栽培成活。

费里克赛尔在上述的分类表中将棉属分为39个种，将茅叶棉和达尔文氏棉作为独立的种。但是有的分类学家认为茅叶棉与陆地棉杂交，不存在不可交配性和F_1的不实性，是否是一个独立的种尚待证实。达尔文氏棉在形态上与海岛棉无多大差异，似应为海岛棉的变种。1985年美国J．E．安德里塞(Endrizzi) 等人编写的棉属分类表，共列出41个种，其中除费里克赛尔于1978年列举的39个种以外，另增列了原产于非洲的A染色体组的非洲棉变种 *G. herbaceum* var. *africanum* (Watt) Mauer 和染色体组未定的野生二倍体爱伦拜克氏棉 *G. ellenbeckii* (Gürke) Mauer。但据最近研究证实爱伦拜克氏棉实际上并不存在。

参考书目

Fryxell, P. A. *The Natural History of Cotton Tribe*, College Station, Texas A & M University Press, 1978.

Endrizzi, J. E. et. al. *Genetics, Cytology and Evolution of Gossypium*, Advances in Genetics, 1985.

（钱思颖）

棉田肥水管理 (fertilizer and water management in cotton field) 根据棉株生育期间对肥水的需要，对棉田采取一系列的施肥与灌溉排水措施。能使棉株的**营养生长与生殖生长**相协调，棉田群体生长均衡，从而促使早结铃、多结铃、结大铃。

中国长期以来，棉田施肥以农家有机肥为主，棉子饼大部分还田，南方还有用人粪尿的习惯。20世纪50年代以来，较普遍地开始施用化肥。随着水利建设的发展，棉田灌溉面积迅速扩大。北方春旱需进行播前贮水灌溉，有条件的实行井灌、渠灌或井渠双保险。南方多雨地区实行畦作，盐垦区采用垅田制（深沟高畦），以利排水、脱盐。

需肥规律　棉株从土壤中吸收氮、磷、钾养分的数量与气候、土壤、栽培管理水平以及品种特性有密切关系。一般每公顷产750千克**皮棉**约需从土壤中吸收氮素（N）50～130千克，磷素（P_2O_5）30～45千克，钾素（K_2O）50～110千克。**棉花**对养分的吸收量从苗期开始，随着生育进程逐渐增加，至花铃期达到高峰，然

后又趋下降。棉花在苗期对养分的需要量少，只占一生吸收总量的3%，但却十分敏感，且吸收氮、钾的比例较磷为高。棉株在蕾期生长加快，吸肥量增加，氮、磷各约占吸收总量的20%，钾35～40%。花铃期的棉株营养生长和生殖生长旺盛，是干物质大量积累时期，氮、磷、钾的吸收量均达一生吸收总量的60%左右。吐絮期间叶片和根系的功能减弱，而棉铃发育迅速，棉子逐渐成熟，磷的吸收比例增高。氮、磷、钾的吸收量又分别减少为15%、20%及5%左右。

施肥技术　丰产棉花的施肥原则一般是：足施基肥、轻施苗肥、稳施蕾肥、重施花铃肥、补施盖顶肥。

基肥　以厩肥、土杂肥为主，肥分全，肥效长，有利于培肥地力，一般每公顷施10～30吨。磷、钾肥有促进根系发育的作用，且磷肥在土壤中渗溶性差，更宜适量早施，磷肥以作基肥为好，钾肥可部分作基肥

追肥　按中等肥力水平，每公顷生产750千克皮棉，一般约每公顷施标准氮素化肥300～600千克，并配合一定量的磷钾肥和有机肥。①苗肥。以早施、轻施速效氮肥为主，一般施用量不超过追肥总量的20%，肥地可不施。两熟套种田的棉苗因前作物耗肥多，长势偏弱，一般在前茬收获前后，施1～2次速效氮肥。育苗移栽的棉花，在移栽时将速效氮肥与适量有机肥和磷肥混合施下。②蕾肥。要稳施，将氮素化肥（施用量约为追肥总量的20%）或部分磷肥与有机肥（相当每公顷施饼肥300～600千克）配合深施，做到蕾期施肥，花铃期发挥肥效。基肥未施磷、钾肥的应在蕾期追施。③花铃肥。是关键的追肥，以速效氮肥为主，用量占追肥总量的1/2～2/3以上，分一两次施用。土地肥沃的、前期施肥多的或伏涝年份棉株长势旺的棉田，花铃肥宜推迟在下部结1～2个大铃时追施。④盖顶肥。一般可不施，如棉株后期长势弱，可适量施用，时间不可过晚。

为减少棉田用工，要尽量简化施肥次数，生育中后期也可根外喷洒一定浓度的尿素、过磷酸钙、磷酸二氢钾或硫酸钾、氯化钾等的溶液。对缺硼、锌、锰等元素的棉田，应适量施用相应的微量元素肥料。

需水规律　棉花生育期间，一公顷棉田耗水多在4 500～6 000立方米左右。棉花的需水量一般随产量的提高而相应增加；但并不成正比。①苗期。需水较少，0～40厘米土层含水占田间持水量的55～70%为宜。②蕾期。需水量逐渐加大。日耗水量一般为每公顷22.5～30.0立方米，阶段耗水量占总耗水量的12～20%。0～60厘米土层内以保持在田间持水量的60～70%为宜。③花铃期。棉花生育旺盛，叶面积系数和根系吸收都达高峰，需水量最大。日耗水强度每公顷约为38～45立方米左右，盛花期可达75立方米。阶段耗水量占总耗水量的45～65%。0～80厘米土层的土壤水分应保持在田间持水量的70～80%，不得低于55%。④吐絮期。气温下降，叶面蒸腾减弱，需水量减少。日耗水强度每公顷在30立方米以下。阶段耗水量占总耗水量的10～20%，土壤水分保持在田间持水量的60%为宜。

灌溉和排水技术

冬春灌溉　北方棉区冬、春雨雪少，应在冬、春进行贮水灌溉，每公顷约灌水1 200～1 500立方米。临播前，如表层土壤水分不足时，可灌一次小水，并随耙随种。

生长期灌溉　①西北内陆棉区降雨少，在贮水灌溉基础上，现蕾前后灌水1～2次，花铃期灌水3～5次。②黄河流域和北部特早熟棉区，苗期一般不灌水，但两熟棉田需要灌水。现蕾后至开花前一般缺雨，是灌水关键时期，宜小水轻浇，每公顷灌水量300～450立方米左右。灌第一水后，上层根系迅速生长，再遇天旱，第二水必须跟上。高产棉田一般要尽可能地推迟浇第一水，以控制营养生长，促进根系发育。进入花铃期后，需水量增大，如天气干旱，需灌水1～2次。雨季到来，要注意排水。后期遇旱，适量灌水对防止早衰、增结秋桃、增加铃重、提高纤维品质有明显效果。③长江流域棉区雨量多，苗期常有渍害，蕾期正值梅雨季节，要清沟排水。7、8月份常有伏旱，正是棉花需水的关键时期，需及时灌足花铃水，一般1～3次。吐絮期常遇秋雨，要及时排水。

灌水的标准一般根据棉株长势、长相来确定，可采用测定主茎生长速度和叶片的萎蔫程度、叶片细胞液浓度、叶片含水率或土壤含水率等方法。

肥与水有密切关系。土壤干旱，肥效不能充分发挥，棉株生长迟缓；水分过多，肥效发挥过猛，导致棉株旺长。因此，必须使两者结合，相互协调，才能发挥最大效益。

参考书目

中国农业科学院棉花研究所主编：《中国棉花栽培学》，上海科学技术出版社，上海，1983。

（蒋国柱）

棉田中耕 (intertillage in cotton field)

棉花生育期间对棉田进行的松土、除草作业。棉花属中耕作物，根系分布深广，活力较强，需要有疏松、透气的表层土壤环境。同时棉花生长前期行间地面裸露，蒸发量大，容易滋生杂草。因此，需要加强中耕除草，使表层土壤疏松，起到通气、增温、调节土壤水分的作用；有利于土壤好气性微生物的活动，促进土壤养分的分解和根系发育。株间松土不仅能消灭杂草、减轻苗期病虫为害，而且对盐碱棉田可抑制土壤返盐，有利于壮苗早发。蕾花期中耕，更可防止营养生长过旺，有利于棉株稳长。

中耕技术　棉田中耕一般掌握苗期浅(3～5厘米)、蕾期深(8～12厘米)、花铃期再浅(4～6厘米),行间深、株旁浅的原则，使表土不板结、无杂草。播后遇雨，表土板结，要在播行两旁浅中耕。盐碱棉田，为了提墒、增温、抑盐，要加深中耕。生育前期中耕，要注意锄净苗际杂草。中耕次数，一般要求苗期3～4次，蕾期2～3次，花铃期以后根据具体情况而定。中耕要注意与灌水、追肥、培土等作业相结合，要根据天气、棉苗长势灵活掌握。天旱苗小浅中耕，雨后土湿苗旺深中耕，下雨或浇水后要及时中耕。苗期多雨地区宜浅中耕，套种棉田在前作物收割后，要及时深中耕。行间中耕一般采用畜力耘锄或拖拉机牵引的中耕机，株间或苗旁松土除草采用锄头或手锄进行。

棉田培土　中耕结合培土，在根际形成土垄，可使其充分接受阳光，提高地温，增强根系的呼吸作用，有利于根系发育。不论遇到旱年或涝年，均有利于灌水或排水。加厚根际土层，能增强棉株的抗风防倒能力，对根系较浅的移栽棉花尤为需要。培土还有利于行间通风，降低湿度，减少烂铃。北方棉区培土从蕾期开始，在雨季到来之前完成。南方棉区苗期多雨，应从定苗后即开始逐次培土，到封行前完成。培土高度最后要求达到12～16厘米。

棉田化学除草　棉田除中耕除草外，还可使用化学药剂消灭杂草。因能与机械化生产相配合，方法较简便，从而提高了效率，且可及时消灭杂草。除草剂的使用方法有两种：一种是土壤处理。将除草剂用水或细潮土拌匀，于播种后出苗前喷洒在棉行上或撒施于土表面，形成药膜层，使萌发的杂草接触药剂或由根系吸入药剂而死亡。另一种是茎叶处理。将选择性较强的除草剂(只杀死杂草而不损害棉株)配成药液，喷洒到杂草茎叶上，通过叶片吸收，起到杀草作用。一般以用土壤处理的除草剂为主，常用的触杀型除草剂有除草醚、草枯醚、五氯酚钠等；内吸传导型除草剂有敌草隆、伏草隆、灭草隆、扑草净、茅草枯等。一般每公顷用量为1.5～4.5千克，也可两种除草剂混合使用，除草效果达90%左右，药效期可达20～60天。地膜覆盖棉田，因不能中耕，尤其需要使用除草剂。

(蒋国柱)

棉田种植绿肥 (growing green manures in cotton fields)　在一熟棉田冬闲期间种植的、在两熟棉田的预留棉行中套种的或与棉花轮作种植的作物，其新鲜绿色体翻压入棉田作为肥料。棉田种植绿肥，是提高棉田肥力的有效措施。17世纪初，中国明朝徐光启著《农政全书》对江南棉田利用黄花苜蓿作为绿肥已有记述。20世纪40～50年代，南方棉田大量种植绿肥，浙江省慈溪县等沿海产棉地区的棉田绿肥，已占棉田总面积的60%以上。苏联、美国、埃及、印度及巴基斯坦等国，也推行棉花与苜蓿等绿肥作物轮作。

绿肥的养分含量高，一般含有机质10～15%，含氮0.3～0.6%，翻压后腐解快，效益高。绿肥压青后能增加土壤有机质和全氮含量，如每公顷产新鲜植物体2万千克，以含氮量0.45%左右计算，每公顷可增加氮量90千克左右，并积累2 000～3 000千克有机质。据试验，毛叶苕子所含每千克纯氮约可增产皮棉3.5千克，一般种植1公顷绿肥约可增产皮棉150～225千克。绿肥能促进土壤有益微生物的活性，改善土壤理化性状，促进深层土壤熟化；在盐碱棉田还有增加地面覆盖，减少地面水分蒸发，抑制土壤返盐，改良盐碱土的作用。绿肥也是优质青饲料，利用绿肥饲养家畜，将畜粪尿还田或制沼气后再还田，其利用价值更高。蚕豆、豌豆等绿肥作物，既可收获子实，又可将根、茎、叶作绿肥、饲料。

棉田绿肥主要为豆科作物，如金花菜、蚕豆、光叶苕子、毛叶苕子、箭筈豌豆、草木樨、豌豆等，也有禾本科作物，如黑麦草。按其种植和利用方式可分为两类：①作基肥。这是绿肥利用的主要方式。长江流域于9月至10月间，将蚕豆、金花菜、光叶苕子等冬绿肥作物，种于棉花行间，或在冬小麦播种时，将绿肥作物套种在预留棉行中，次年春季棉花播种前10～15天，将其翻压作基肥，每公顷约产鲜草11.0～22.5吨。黄河流域一熟棉田，9月将毛叶苕子或箭筈豌豆等作冬绿肥，套种于棉花行间，次年棉花播种前(约4月中旬)翻压；育苗移栽的棉田，翻压期可推迟到4月下旬，每公顷产鲜草量可达15～30吨左右；如于5月中旬播种的早熟棉田，翻压期可推迟到5月上旬，则产草量还可提高。北方旱地棉田，于夏末秋初趁雨季期间，将秋绿肥套种于棉行间，结合冬耕进行翻压，每公顷产鲜草约7.5吨左右。与棉花进行轮作的肥绿作物，主要是多年生的苜蓿。新疆、陕西、山西等地多为种5～6年苜蓿后，种1～2年粮食作物，然后改种棉花。在南疆垦区的盐碱地上，洗盐后种一季水稻，然后种2～3年苜蓿，再种棉花2～3年。苜蓿的地上部作饲草，地下部翻压作肥料。种苜蓿第一年鲜草产量较低，第3年鲜草可达15～30吨/公顷。②作追肥。北方一熟棉田多采用。在早春(2月底或3月初)将箭筈豌豆或毛叶苕子、草木樨等套种于预留棉行的行间，5月下旬在棉花现蕾前翻压，每公顷可产鲜草6.0～6.7吨左右。

为了提高绿肥草量，要掌握墒情，适时播种，并适当推迟翻压时间，也可追施少量氮素及磷素化肥，以磷换氮。绿肥翻压前要施药防治地老虎。翻埋后将地耙平，进行轻度镇压，然后灌一次小水，翻埋要深，不能低于16厘米，以防绿肥腐烂发热造成棉花"烧苗"。如用拖拉机犁、旋耕机或埋青机翻埋

还可适当加深。

由于多数绿肥的播种量较大，而田间采留种子又比较困难；若栽培管理不及时，常导致产草量较低；有的由于翻压质量不好，常影响棉花全苗。并且北方冬、春干旱以及水源不足，南方两熟棉田冬作物预留棉行过窄等，都限制了棉田绿肥的种植和发展。因此，发展棉田绿肥，要从养地需要出发，改进栽培技术，提高翻压质量，两熟套种棉田要放宽预留棉行；要选用绿肥良种，利用路边、渠边或建立留种田留种。

（蒋国柱）

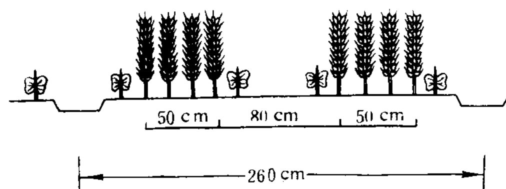
棉田种植制度 (cotton-based cropping system)　在一定的农业生态区内，以植棉为中心所确定的前后茬作物的种植方式和相应的农业技术体系。合理的棉田种植制度能充分利用当地的生态资源和社会经济条件，使用地与养地相结合，提高光能利用率、土地利用率和劳动生产率，实现棉花及其前后茬作物的优质、高产。

世界主要产棉国的棉田大多数为冬季休闲；苏联、美国有少部分棉区轮种苜蓿等绿肥。埃及、印度、巴基斯坦等国棉区有棉花与小麦等作物套种或复种。中国各棉区的条件差异较大，在长期的植棉过程中，形成了多种棉田种植制度，并随着社会需求、生产条件的改善和科学技术的进步而不断演变提高。在主要棉区，基本上可分为两种类型：①冬季休闲的棉花一年一熟制；②以棉花为主与大麦、小麦、油菜、蚕豆等作物套种、复种或与甘薯、玉米、花生等间作的一年两熟制。

一熟棉田　黄河流域的大部分棉区≥15℃的年积温3 500～4 000℃；无霜期180～230天；年雨量500～1 000毫米。习惯于冬季休闲，春季播种，一年收一季棉花，通称一熟棉。西北内陆棉区及北部特早熟棉区，因热量、雨量等因子所限，全部为一年一熟制。

两熟棉田　自20世纪50年代起，长江流域棉区的大部分地区，由于热量条件优越，≥15℃的年积温达4 000～5 500℃；雨量充沛，为800～1 600毫米；生长季节长，无霜期240～300天。而且人均耕地面积较少，劳力较充足，在同一块耕地上能多种多收，因而普遍实行棉花与冬作物套种、复种，为一年两熟制。60年代以来，北方有些气候、肥水条件较好，劳动力较多的地区，也因地制宜地发展了棉田两熟制。1984年全国两熟制棉田面积约占总棉田面积的60%以上。其中以套种或套栽为主，约占两熟棉田的90%以上，两熟制棉田的种植方式有以下三种：

棉田套种　在同一块棉田上，以大麦、小麦、蚕豆、油菜等冬作物为前茬，按一定比例进行条播或条点播（栽），并预留棉行。春季套种或套栽棉花，共生期30～50天。由于不断地改进栽培技术，特别是：①改套种为套栽，缩短了共生期，促进了全苗、壮苗、早发、多结；②改进种植比例，缩小冬作播幅，使其占地面积在40%以内；放宽预留棉行为80厘米左右（见图），以宽等行或宽窄行方式套种或套栽棉花，使耕、种、管、收等操作方便，有效地缓和两熟作物相互争光、争肥水、争劳力等矛盾，可取得两熟双丰收。南方棉区实行棉麦两熟套种，其冬季作物虽比单种大麦或小麦的产量低些，但棉花产量高。北方棉区进行套种，虽棉花单产只相当于一熟棉花的80～90%，但每公顷可多收1 500～3 000千克小麦，总的经济效益仍然较高。



棉麦套种示意图

棉田复种　在同一棉田上，冬作收获后播种或移栽棉花的两熟种植方式。种植前茬作物不需预留棉行，前作成熟后及时收获，并立即播种（栽）棉花。关键技术是：筛选适合复种要求的早熟棉花品种，适当增加棉花种植密度，并提早打顶，争取中下部内围多结铃、结大铃；增施有机质基肥与初花肥，以及应用化学药剂调节棉株生长发育等。四川、江苏、浙江、上海等省（市）的棉区，选用大麦、油菜等作物作前茬，收获后立即移栽营养钵培育的棉苗，可比复种直播的早熟棉花品种增产，并能提高纤维品质。

棉田间作　在同一块棉田上，以棉花为主，与甘薯、矮秆玉米、花生、西瓜等春作物组成等幅或宽窄幅相间的带状种植，共生期虽长（约120天以上），但由于合理间作能在复合群体结构下波浪状的立体受光，能发挥棉花的边行优势，扩大根系的吸肥范围，推迟封行，中后期棉田通风透光也较好。采用这种方式，当棉花生长旺盛时，对相间作物有不利的影响，且田间操作也较困难，故难以大面积推广。

棉田轮作　有计划地将棉花和其它作物进行轮作换茬，能充分利用、保持和提高土壤肥力，减轻病虫害，防除田间杂草，是棉区实现用地与养地相结合的一项经济有效措施。南方集中棉区，两熟棉田的棉花多为连作，只是对套种的冬季作物每隔2～3年轮换种植一次。南方沿海棉区，也有以棉花与旱地作物进行轮作的。长江中、下游稻棉兼作地区，大面积实行稻棉水旱轮作，可以错开农活，调节劳力，改善土壤理化性状和提高土壤肥力，并有效地控制枯、黄萎病的发展和减轻杂草为害，有利于棉粮增产，是一项有发展前途的种植制度。北方棉区除黄河流域棉区实行复种轮作外，西北内陆棉区和北部特早熟棉区多实行一

年一熟的轮作，一般在棉花连作2～3年后，改种粮食作物1～3年。在陕西关中旱塬、山西南部和新疆维吾尔自治区的部分国营农场，以棉花和苜蓿进行轮作，种苜蓿不仅可以为牲畜提供优质饲料，而且能够培肥地力，改良土壤。（张 驹）

棉纤维 (cotton fibre) 棉株开花受精以后，胚珠表皮细胞经过伸长和加厚过程而形成的纤维。从**子棉**上轧除棉子后的纤维，又称**皮棉**，工业上称为原棉。纤维有长短、粗细、强弱之分；有洁白、乳白、白色或淡黄等颜色。它是棉花生产的主要产品和纺织工业的重要原料。

形态结构 成熟的纤维为厚薄不同的管带状，有许多转曲，顶端封闭，中部较两端略粗，截面呈肾形，长度为宽度的1 000～3 000倍。在显微镜下可观察到纤维的结构：①初生层，纤维的外层，即细胞初生部分，外皮为蜡质与果胶层，表面有棱脊和沟槽状的螺旋条纹，外皮下面是初生胞壁，由网状的原纤维组成。②次生层，即次生胞壁，在初生层下面，占纤维的绝大部分，纤维生长期间由外向内逐渐分层淀积形成日轮。③中腔，指纤维生长停止后次生胞壁内遗留下来的最内部的空隙。次生胞壁厚，则中腔小，表示纤维成熟；次生胞壁薄，则中腔大，表示纤维不成熟（见图1）。

化学组成 包括纤维素、蛋白质、果胶质、脂肪和蜡质等。成熟的纤维大部分由纤维素组成，占干重的93～95%，其余少量为纤维素伴生物。纤维素是一种碳水化合物，其组成元素为碳44.4%、氢6.2%、氧49.4%，分子式为$(C_6H_{10}O_5)_n$。

纤维品质指标 表示纤维物理性能和机械性能的指数，一般用仪器或工具测试。主要指标有长度、成熟度、强度和强力、细度、转曲和整齐度等。

长度 指纤维伸直时两端的距离，用毫米或英寸表示。长度测定方法有手扯尺量法、仪器测定法、子棉梳量法。测定纤维长度的仪器各异，并各有其代表长度。一般分为主体长度、品质长度、平均长度、跨距长度等。主体长度又称众数长度，系指棉纤维长度分布中，纤维根数最多或重量最大的一组纤维的平均长度，它与手扯尺量长度较接近。品质长度又称主上平均长度，指主体长度以上各组纤维的重量加权平均长度。平均长度，指棉束从长到短各组纤维长度的重量（或根数）的加权平均长度。跨距长度系根据光电转换原理，用纤维长度照影仪测定。即用梳子随机抓取纤维须从样品，测量出长度分布曲线。以离梳子3.8毫米处的纤维数量为100%，曲线图上纤维数量为2.5%处的长度为2.5%跨距长度；纤维数量为50%处的长度为50%跨距长度（见图2）。以50%与2.5%跨距长度之比表示长度整齐度，数值较大表示纤维长度较整齐。2.5%跨距长度与手扯长度相接近，美国规定的商业收付标准长度即为2.5%的跨距长度。


（a）成熟纤维横截面


（b）不成熟纤维横截面

图1 显微镜下棉纤维横截面

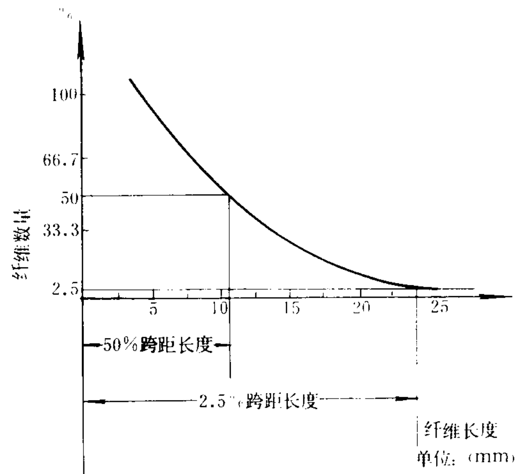


图2 跨距长度测定原理

整齐度 纤维长度的集中性指标，以Y111型罗拉式长度分析仪测定。表示整齐度的指标有两种：①基数。指主体长度组和其相邻两组长度差异为5毫米范围内的纤维重量占全部纤维重量的百分数。基数大（40%以上）表示整齐度好。②均匀度。为主体长度与基数的乘积，是整齐度的可比性指标。因棉种不同，纤维有长有短，如同样用基数表示，势必出现短纤维的整齐度一般都好，长纤维则较差。用均匀度表示不同棉种的整齐度比较合理，均匀度高（1 000以上），表示整齐度好。

成熟度 指纤维细胞壁加厚的程度，即纤维素在棉纤维细胞内沉积的程度。纤维成熟度用成熟纤维根数表示的，称成熟度百分率；用胞壁厚度与纤维中腔宽度对比法测定的，称成熟系数。陆地棉纤维成熟系数一般为1.5～2.0。成熟系数高，表示成熟度好；反之则差。过成熟纤维呈棒状，转曲少，纺用价值低（见图3）。

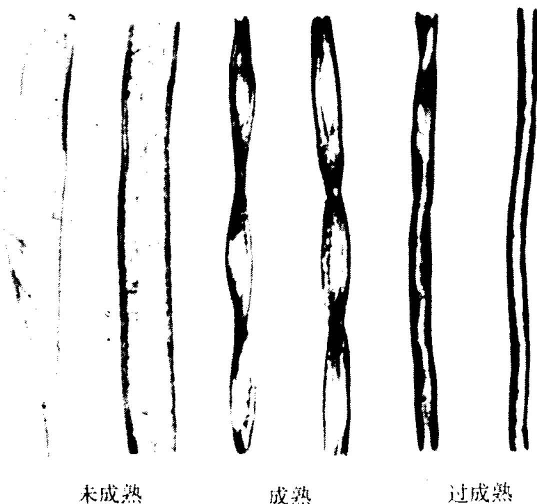


图3 不同成熟度纤维比较

转曲 一根成熟的棉纤维，在显微镜下可以观察到像扁平的带子上有许多螺旋状扭转，称为转曲。转曲是棉纤维固有的形态特征。一般以纤维1厘米的长度中扭转180°的个数来表示。成熟正常的棉纤维转曲最多，不成熟的纤维转曲最少，过成熟的纤维转曲也少。棉纤维的转曲数因不同棉种而有较大差异，陆地棉为39～65个，海岛棉为80～120个。

强度与强力 强度，指纤维的相对强力，即纤维单位截面积所能承受的强力，或单位线密度的强力等。单位为千磅/平方英寸（1 000pSI）、克力/特克斯(gf/tex)、厘牛顿/特克斯(cN/tex)、磅/毫克(lb/mg)等。在国际贸易中，规定纤维强度不低于80千磅/平方英寸。强力，指纤维的绝对强力。即一根纤维或一束纤维拉断时所承受的力，单位为克力(gf)、千克(kg)、磅(lb)。中国多使用Y162型束纤维强力机，换算为单纤维强力，以克力表示。陆地棉纤维强力为3.5～4.5克力。断裂长度是表示纤维断裂强度的另一种方法，用测定的单纤维强力（克）和以公制支数（米/克）表示的细度相乘求得，因而它是纤维强力和细度的综合指标，单位用千米表示。陆地棉纤维断裂长度为20～27千米。

细度 指纤维粗细的程度。表示纤维细度的指标，有公制支数（Nm）、特克斯（tex）或号数、马克隆值(micronaire value)以及纤维的直径、横截面积、线密度等。国际上以马克隆值作为细度指标，是用一定重量的试样在特定条件下的透气性测定。细的、不成熟的纤维对气流阻力大，马克隆值低；粗的、成熟的纤维气流阻力小，马克隆值大。马克隆值在3.5～4.9范围内为适宜。中国多采用公制支数。公制支数高，表示纤维细；反之则粗。纤维的粗细因棉种、品种不同而异。一般成熟的陆地棉纤维细度为5 000～6 500米/克；海岛棉为6 500～8 000米/克。国际标准通常以特克斯表示纤维的细度，指纤维或纱线1 000米长度的重量（克），特克斯值愈高，表示细度愈粗；反之则愈细。

棉纤维的利用 棉纤维在世界纺织原料总消费量中所占比重居于领先地位。中国纺织原料中，棉纤维约占65%。这是因为棉纤维的制品具有柔软、透气、吸湿、染色性好等优良性能，难为化学纤维所取代。棉纤维品质有很大差别，按照优棉优用和合理使用原料的规定，海岛棉种生产的长绒棉一般长度为33～39毫米，主要用作纺特号纱（60英支以上），织成轻薄细匀或坚牢的棉织物；陆地棉种生产的细绒棉，一般长度为23～31毫米，分别用作纺粗号、中号和细号纱（10～42英支），织成普通棉织物。不适宜纺织的低级棉，可制作絮棉、脱脂棉或造纸原料等。关于棉纱支数和号数，英制支数属于定重制，以1磅纱线每长840码为1支。支数愈大纱愈细。英制支数在中国纺织行业中曾沿用多年，1972年开始代之以公制号数。号数即特克斯，属于定长制，以1 000米纱线的重量（克数）表示。克数愈小，纱线愈细，恰与支数的概念相反。英制支数与公制号数对照如下表：

英制支数	60	42	36	32	30	21	19～20	16	14	10
公制号数	10	14	16	18	19	28	30	36	40	60

（崔伯齐）

棉纤维检验 (cotton fibre inspection)

根据国家制订的棉花育种纤维品质目标和棉花标准，综合评价纤维品质，确定原棉品级、长度和标准重量（按照原棉净重和实际含水、含杂率换算）的工作。在育种、生产、收购、初加工（轧花）和使用过程中，检验结果是评定棉花品种、确定原棉价格和利用方式的重要依据，对促进棉花纤维的优质育种和良种繁育、改

进栽培管理技术、提高轧棉工艺、发展棉纺织生产和国内外贸易，效益都有重要的意义。

国际上棉花检验方法分为两种。一种以人的感觉器官检验为主，辅之以部分仪器测试；另一种以仪器测定纤维物理指标为主，以感官检验为辅。中国根据工作需要和条件不同，又分为育种检验和原棉检验两类。各有侧重，又互相结合。

育种检验　是对育种中的品系和育种新品种的纤维检验，主要检测纤维内在质量，评定纺织使用价值，作为棉花品种审定和推广的重要依据。纤维品质仪器测定，感官检验、单唛试纺检验同为鉴定纤维品质的方法，有互为补充、互相验证的优点。美国、苏联、埃及等产棉国家极为重视棉花育种检验，制订了棉纤维等级标准或类别标准。中国棉花育种检验的取样方法和使用仪器测定纤维品质的主要项目如下：

取样　棉样是测试纤维品质的基础，从皮棉大样中随机取出能代表试验品种正常吐絮的霜前皮棉混合样品1 000～1 500克，经过感官鉴定品级、长度后，将棉样充分混合，均匀取出250克作为测试大样，再按照测试项目要求，从中分别取出小试样若干份。

长度测定　棉纤维长短因品种和环境条件不同而异，长度在贸易中是决定价格的依据，直接关系棉花生产者和使用者的经济利益，因而是育种的重要品质指标。测量长度的方法分为逐根测量法、分组测量法和不分组测量法3种。国际上数字式纤维长度照影仪发展很快，可以快速地测试2.5%和50%的跨距长度（见**棉纤维**）中国测量长度的仪器有Y111型罗拉式长度分析仪、Y121型梳片式长度分析仪和Y146型光电式长度仪等多种。其中Y111型罗拉式长度分析仪为常规测试仪器，用排束分组称重法可测得和计算主体长度、品质长度、基数、均匀度、短纤维率等指标。Y146型光电式长度仪属于快速测试仪器（见图1），可直接测得主体长度。

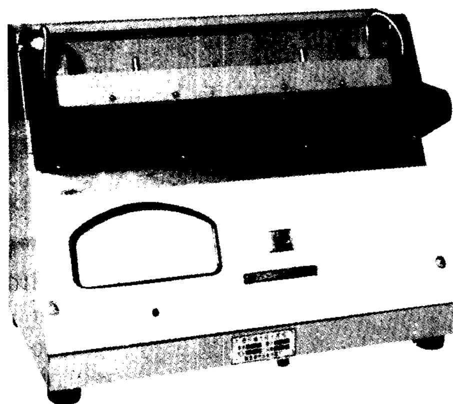


图1　Y146型光电长度仪

成熟度测定　正常成熟的棉纤维，截面大，强力高，弹性好，转曲多，有丝光；纺纱品质指标高，棉结、杂质少，染色均匀。不成熟和过成熟的纤维这些性能都差。成熟度是鉴定纤维品质的一项综合性指标。测定成熟度的方法，有中腔胞壁对比法、偏振光法、染色法和气流法等多种。常规测试多用中腔胞壁对比法。测试时，在普通光学显微镜下，观察各根纤维的中腔宽度与胞壁厚度的比值，结合纤维形态确定成熟系数。

强力测定　纤维强力直接影响纱布质量，在其他条件相同时，纤维的强力高，则成纱强力高，织成的布强力也大，坚牢耐穿。因而强力是棉花育种与纺织使用时鉴定纤维品质的重要指标。测定强力有单根纤维强力测定法和成束纤维强力测定法。使用Y162型束纤维强力机测定纤维强力，换算为单根纤维强力，单位用克力表示。

细度测定　纤维细度因棉种、品种而异。用不同粗细的纤维分纺同一支数的纱，纤维细则纱的截面内纤维根数多，因而强力高，条干均匀，光泽好。成熟度低的纤维虽然很细，但强力弱、品质差。成熟正常的细纤维才是品质好的标志。测定纤维细度的方法有显微镜测量法、气流仪测量法、重量测量法。一般使用中段称重法和Y145型气流细度仪（见图2）测定。

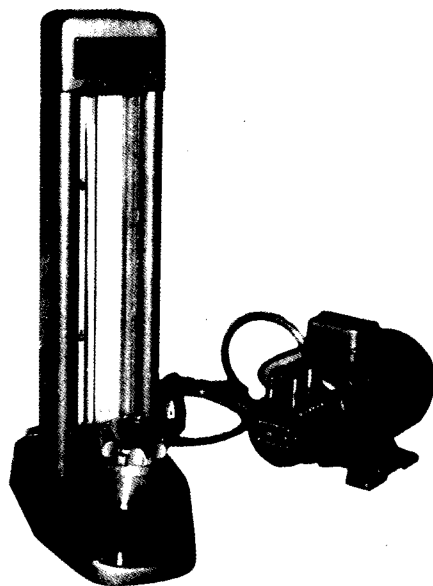


图2　Y145型气流式细度测定仪

900型高容量纤维测试系列（HVI）是80年代以来从美国引进自动化程度较高的快速测试仪器。它由910型长度仪－强度仪、920型细度仪、930型测色仪、935型含杂测定仪和940型控制器所组成。用同一棉样可连续测得2.5%和50%的跨距长度或平均长度、长度均匀度、比强度、伸长率、细度气流测定值（马克隆值）和原棉颜色、含杂率等多项指标，并可预测原棉可纺性能等。用控制器进行数据接收、存贮和处理，由打

印机输出各种数值，操作人员少，工作效率高，用于棉花育种早世代材料筛选，可加速育种进度。

原棉检验　主要指商品棉检验，在棉花贸易中以原棉质量、公量（标准重量）检验结果作为交接结算的依据。棉纺织厂对进厂原棉进行检验，有利于选配原料、增加品种、提高质量、降低成本等。取样方法及、检验项目如下：

取样　取样的代表性是商品棉检验的基础。散原棉每500千克取样不少于1 500克，不足500千克按500千克计算；成包原棉每10包取样1筒（约500克），不足10包按10包计算；100包以上，每增加20包取样1筒，不足20包按20包计算；500包以上，每增加50包取样1筒，不足50包，按50包计算。

类别和类型检验　中国根据种植棉种和纤维长短粗细、强度高低等用途的不同分为三类：①细绒棉（陆地棉纤维），纤维轻松柔软有弹性，颜色洁白或乳白，丝光较好，长度23～33毫米；②长绒棉，主要是埃及棉（海岛棉纤维），纤维细，强力高，弹性较小，颜色白、乳白或淡黄，长度在33毫米以上；③粗绒棉（亚洲棉纤维），纤维粗，弹性大，颜色白、乳白或呆白，长度在23毫米以下。用感官检验法，视纤维的长短和色泽特征，手感纤维的粗细、软硬、滑滞和强弱的程度，以决定其类别。按照棉花收获季节不同和受霜害等气候影响而划分其类型。凡纤维大部分是白色的，即定为白棉类型；纤维大部分是黄色的，定为黄棉类型。

品级检验　品级是棉纤维品质和级别的统称。品级高低是纤维品质优劣的一项重要标志，也是决定使用价值的主要指标。中国细绒棉标准规定，根据棉花的成熟程度、色泽特征、轧工质量分为七级（一至七级），三级为标准级，七级以下为级外棉。成熟程度和色泽特征在一定程度上反映纤维的内在质量，它与纺织品色泽外观、染色性能有密切关系；轧工质量能影响纺织品的产量、质量、生产效率和成本。这三个条件是决定纤维可纺性能和使用价值的重要因素。用取得的有代表性棉样，对照品级实物标准结合品级条件评定其品级。原棉品级实物标准分为皮辊棉（由皮辊轧花机轧下的纤维）、锯齿棉（由锯齿轧花机轧下的纤维）两种，均可作为定级的依据（见轧花）。

长度检验　棉纤维长度是决定纺纱号数，即支数高低的重要指标，又是计算棉价的依据。国际上计算纤维长度分为英寸和毫米两种。中国细绒棉纤维长度，以2毫米间隔为计算单位，分为23、25、27、29、31、33毫米。27毫米为标准长度；长度不足23毫米，按23毫米计算；长于33毫米，按33毫米计算。五级棉花长于27毫米，按27毫米计算；六七级棉花均按23毫米计算。检验长度，用手扯尺量法，即以手扯整理纤维成为伸直平行排齐的棉束，用尺量决定长度。以长度标准棉样做为校正手扯尺量的依据。

水分检验　棉纤维含水多少，随气候条件而变化，直接影响原棉的真实重量，因此也是检验项目之一。国际上通用的回潮率标准为8.5%。中国使用含水率标准为10%，实际含水率不足或超过标准时，按重量补扣。最高限度为12%，超过最高限度应摊晒整理。检验水分使用棉花水分电测器，以标准烘箱或电阻箱作为校正水分电测器的依据。

杂质检验　对棉纤维中含有的非纤维性杂物（如泥沙、砖石、碎金属等）和小棉枝、碎叶、铃片、不孕子、棉子、子棉、破子、子屑上棉纤维等杂质的检验。中国规定的含杂率标准，皮辊棉为3%，锯齿棉为2.5%。实际含杂率不足或超过标准时，按重量补扣。检验杂质用原棉杂质分析机，使杂质和纤维分离，然后称记杂质重量，计算含杂率。按照水分、杂质检验结果，计算原棉标准重量（公量），作为贸易结价的依据。计算公式如下：

$$原棉标准重量=原棉磅见量\times\frac{1-实际含水含杂率之和}{1-标准含水含杂率之和}$$

参考书目

国家标准局纤维检验局：《棉花纤维检验学》，中国标准出版社，北京，1984。

纺织材料学编写组：《纺织材料学》，纺织工业出版社，北京，1980。

（崔伯齐）

棉纤维品质育种（breeding cotton for fibre quality）　根据棉花纤维品质性状的遗传规律，选育纤维品质符合棉纺工业要求，且产量较高的新品种。

世界各产棉国的棉花育种工作者，十分重视纤维品质的选育，主要是纤维的长度、细度、强力和成熟度。

育种目标　根据中国当前棉纺工业的要求，陆地棉新品种应有的纤维品质指标是：主体长度以27～29毫米为主，强力按不同要求达到3.8克或4克以上，细度5 600～6 200米/克，断裂长度23～24千米，成熟系数1.6～1.8。海岛棉新品种应有的纤维品质指标是：主体长度35毫米以上，强力4.5克以上，细度7 000米/克以上，断裂长度32千米，成熟系数1.6～1.8。

纤维品质遗传　棉花纤维的长度、细度和强力都是由微效多基因所控制的数量性状；与产量相比，其遗传力较高。例如，纤维长度或强力的遗传力一般在60～80%以上；皮棉产量的遗传力一般在40～50%以下。因而在群体选择中，纤维品质（长度、细度和强力）的选择比产量性状的选择易于取得成效。但决定纤维品质和产量的基因是紧密连锁的，基因连锁致使纤维品质与产量之间表现高度负相关。这种负相关也可

能是一因多效或器官同源等原因造成的，因而在育种中难以获得产量和纤维品质兼优的品种。所以，在育种工作中应该采用一定方法，打破这种不利的基因连锁，创造理想的重组型，才能获得纤维品质好和产量高的新品种

育种方法

选择育种法　按纤维品质育种要求，在提供选择的棉花群体中，进行一次或多次连续地选择优良个体，经过一系列鉴定、比较的程序，育成为新品种。此法简便快速，尤以对改进纤维长度效果比较明显。如长绒德字棉和沪棉204等较好的长绒品种，就是由选择育种法育成的。选择育种的物质基础在于棉花通过天然杂交或基因突变而导致群体内出现变异的个体。然而此法对于纤维品质的改进，难以取得较大幅度的提高；更难克服纤维品质与产量之间所存在的负相关。

杂交育种法　按纤维品质育种的要求，选择适当的杂交亲本进行杂交，产生的杂种后代可采用以下两种方式处理：①系谱法：对杂种各世代进行连续个体选择，通过鉴定比较，逐步育成新品种。此法与选择育种法效果相近，由于连续选择的作用，可以提高纤维品质单项性状。但由于在整个育种过程中，只经过原始亲本间的一次杂交，难以突破亲本原有的纤维品质和产量间不利的基因连锁，也难以克服它们之间的负相关。②系间互交法：在杂交组合的后代群体中，根据育种目标所选择的优良株系，尽量使之相互杂交，而后从它们的后代中选择优良株系，再作互交。如此周而复始地进行若干周期，再按一般育种程序进行鉴定、比较，选育成新品种。此法可以增加连锁基因的交换和重组，从而可以克服性状间的负相关，育成纤维品质和产量同时改进的新品种。

为了提高纤维品质育种的效果，选择适当的种质资源十分重要。在纤维品质改良中，野生棉是一个很有潜力的资源。例如，野生的二倍体棉种，瑟伯氏棉、异常棉、雷蒙德氏棉等均具有优良纤维强力的遗传潜力，值得利用。美国南卡罗来那州Pee Dee育种试验站，从1946年以来，采用陆地棉、瑟伯氏棉和亚洲棉3个棉种，进行远缘杂交，育成了纤维强力高的种质系(germpalsm line)，以它作为亲本，与陆地棉推广品种杂交，并采用上述杂种系间互交和选择交替的轮回选择育种法，严格鉴定纤维品质，育成了一系列纤维品质优良，而且丰产的ＰＤ系统的种质系，并已在生产上推广了优质丰产品种ＳＣ-1和ＰＤ-1。中国采用复合杂交以及杂种品系间互交等改良的杂交育种方法，也已育成了一些纤维强力达到4.0克以上，纤维长度、细度和成熟度达到棉纺要求，而产量接近推广品种的新品系。

棉花纤维品质育种的关键在于：注意纤维品质各项指标的严格检验和评定（见**棉纤维检验**），进行客观而正确的选择。同时需注意与产量性状的协调，才能育成既优质又高产的新品种　　　　（潘家驹）

棉株徒长 (excessive vegetative growth of cotton plant)　棉株的茎、枝、叶等营养器官生长过旺，使营养生长与生殖生长失去平衡的现象，俗称疯长。棉花自现蕾开始，营养生长与生殖生长有较长时间是同步进行的。如营养生长过快，则生殖生长受到抑制，会导致减产。控制棉株徒长，使营养生长与生殖生长保持均衡发展，对夺取丰产有重要意义

棉株徒长表现为主茎顶芽分生组织分化加速，细胞体积迅速增大，主茎节间伸长，株高增长加快，株高平均日增长量在现蕾前超过0.6厘米以上（正常的为0.5厘米以下），现蕾盛期到开花初期超过3厘米（正常的为2～2.5厘米）；叶片过大，以主茎第4功能叶宽度（通过叶枕的宽度）作指标，现蕾前超过10厘米（正常的为10厘米以下），现蕾盛期至开花初期超过15厘米（正常的为15厘米以下）（见**看苗诊断**）徒长常出现在现蕾前后至开花初期。此时，棉株枝叶过茂，封行过早，田间荫蔽，使养分过多地输往营养器官，继续加剧徒长，从而导致蕾铃大量脱落，产量下降。由于前期蕾铃脱落多，后期结铃比重增加，导致纤维品质降低。

徒长的原因　主要是棉田水肥过多。现蕾期至开花初期是棉花一生中营养生长最快，碳、氮代谢最旺盛的时期。如氮肥供应过多，造成碳、氮代谢比例失调，使碳水化合物大量用于合成含氮化合物，促使营养器官过旺生长。长江流域两熟棉田前作物收获后，常施肥促苗，如氮肥施用过多，梅雨季节到来时常会引起徒长。黄河流域棉区，如苗、蕾期氮肥施用量大，雨季来临早或蕾期浇水后遇雨，也易引起徒长。

控制徒长的方法　①合理施肥、灌水。要求苗肥少施，蕾肥适当，肥沃棉田可不施基肥及苗、蕾肥或只少施速效氮素化肥。南方棉区在苗、蕾期要清沟排渍。北方棉区在灌足底墒水的基础上，苗期尽可能不灌水，蕾期适当推迟第一次灌水的时间，进行"蹲苗"。②喷洒生长调节剂。主要施用矮壮素（化学名称为2-氯乙基三甲基氯化铵，分子式为$C_6H_{13}Cl_2N$）、缩节安（亦称调节啶，化学名称为1，1-2甲基哌啶鎓氯化物，分子式为$C_7H_{16}ClN$）等。一般使用浓度为20～40ppm的矮壮素或使用缩节安粉剂（每公顷30～45克，用水量为600～750千克），于现蕾盛期至开花初期喷洒1～2次，能使棉株营养生长减慢，节间缩短，主茎矮壮。③深中耕。发现棉株有徒长趋势时，用中耕器在棉行一侧近根处深中耕（12～16厘米），切断部分侧根，能短时期控制徒长。如一周后仍继续徒长，再在另一侧深中耕。南方棉区可于蕾期在棉行一侧近根处开深沟曝晒2～3天，然后施有机肥和培土，也可控制徒长

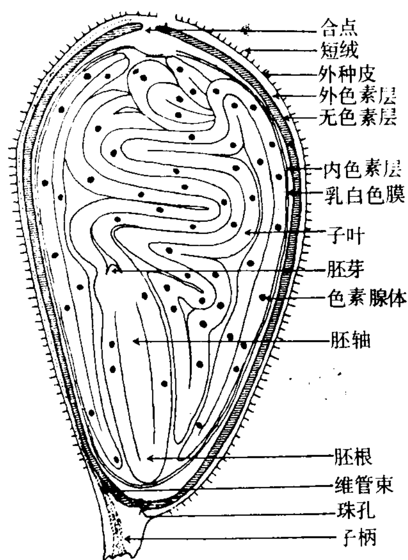


④利用土壤板结进行控制。南方棉区雨后不松土，使土壤板结，降低土壤透气性，根系活动受阻，也可抑制地上部的徒长。⑤整枝控制。棉株出现徒长时，可打去部分主茎叶片。（蒋国柱）

棉子（cotton seed） 棉花开花受精后胚珠发育而成的种子，其上着生纤维和短绒。经轧花脱去纤维后，称为棉子。正常受精而又发育成熟的种子，为饱满的棉子。受精后未充分发育而失去发芽力或发芽力低的不饱满种子，称为瘪子。未受精或发育过程中败育的胚珠，称为不孕子。棉子上密被短绒的，称为毛子；无短绒的，称为光子；仅在种子的一端或两端着生少量绒毛的，称端毛子。短绒颜色和着生情况因棉种和品种而异。陆地棉和亚洲棉多为毛子，短绒多为灰白色，也有浅黄、灰绿或棕黄色；少数品种为光子或端毛子；海岛棉的棉子多为光子或端毛子。

形态 陆地棉饱满的种子一般呈歪梨形，长8～12毫米，宽5～7毫米。棉子壳硬，棕黄色或褐黄色。棉子的大小以子指表示，即100粒种子的重量（克）。陆地棉的子指一般为10克左右。种子尖端有棘状突出，为子柄。子柄旁有一小孔为萌发孔，称珠孔，种子钝端为合点。种脊连贯于子柄与合点之间，系珠柄弯曲后与外珠被愈合而成，种皮内的维管束系统外显为脉纹。

成熟种子是由种胚和种皮两部分组成。种胚是由卵细胞受精发育而成，其外表有一层乳白色的薄膜，为胚乳和珠心组成的遗迹。种胚中的两片子叶紧贴在一起，呈迂回折叠状，乳白色。其上的多酚色素腺体，呈褐色或紫红色。种胚着生在下胚轴上。下胚轴下连胚根，一般没有色素腺体。种皮由内外珠被发育而成，可分外种皮和内种皮，外种皮的表皮层只有一层细胞，壁较厚，其中一部分细胞将发育分化为纤维和短绒。种子萌发时，在合点处缝隙张开，成为吸水和通气的主要通道（见图）。



棉子纵切面结构

化学成分 棉子壳上的短绒以纤维素为主，棉子壳含纤维素37～48%，多缩戊糖22～25%，木质素29～32%，其余为灰分。棉子内的种仁所贮藏的物质以脂肪和蛋白质为主。陆地棉种子的种仁油分含量约为其种仁重量的30～39%，蛋白质含量约为36～45%，油分和蛋白质含量呈高度的负相关。棉子种仁中不饱和脂肪酸的含量较高（见**棉子油**）。种仁中蛋白质所含的氨基酸成分比较完全。据对陆地棉的种子分析，主要氨基酸的平均含量约为：赖氨酸4.9%、精氨酸12.7%、苏氨酸3.6%、谷氨酸23.2%、缬氨酸5.0%、异亮氨酸3.5%、亮氨酸6.2%。

影响种子生活力的因素主要是种子的含水量和贮藏温度。棉子含水量不超过12%，贮放在低于15℃的干燥环境中，其生活力可保持3～4年。棉子除作种子外，其短绒、种壳和种仁等部分均具有很高的利用价值（见**棉花**）。（项时康）

棉子品质育种（breeding cotton for nutritive quality of seed） 选育棉子的种仁中含低棉酚、高油脂或高蛋白质，且纤维产量和品质较高的新品种。棉子种仁含有丰富的油脂、蛋白质及多种维生素等，是重要的营养食品和饲料资源。但种仁所含的棉酚具有一定的毒性，不宜直接作为食品或饲料。因此，棉子的品质育种目标是选育低酚（棉酚含量低于国际卫生标准所规定的0.02～0.04%）、高油脂、高蛋白质或含某种营养成分的品种，以提高棉子的营养价值和加工利用效率。

低酚棉育种 **棉花**的茎、叶、蕾、铃和种子一般都有褐色点状的色素腺体。腺体中含有棉酚（见**棉酚**）。陆地棉棉子种仁含有1～2%棉酚，能使人和单胃动物中毒。利用物理、化学处理方法脱酚，虽可解除毒性，但增加了工序和成本，并在一定程度上破坏了一些营养成分，故低酚棉育种对提高棉子的利用具有重要的意义。1959年，美国从半野生的霍皮棉（*G. hirsutum* L. var. *punctatum*）中获得棉子无腺体突变体，通过杂交转育，于1965年首次育成低酚棉花品种23B。1966年埃及育种家从辐射处理的埃及棉材料中选育出低酚棉品系巴蒂姆110（Bahtim 110）。此后，法国、印度、科特迪瓦、马里等国，均开展了低酚棉育种工作，并育成品种应用于生产。中国自1972年引进低酚棉品种（系）以来，也育成了一些新品种（系），皮棉产量一般接近推广品种，棉子中棉酚含量低于国际卫生标准。

研究表明，无腺体性状由6个作用不同的隐性基因gl_1～gl_6所控制，其中gl_2和gl_3是主基因，这两对

基因结合，并在其它修饰基因作用下，可使棉株各器官均无腺体。选育低酚棉品种主要是将gl_2和gl_3通过回交转育给优良品种。由于低酚棉品种的茎、叶、花蕾等器官因失去腺体而在一定程度上减弱了对虫害和啮齿动物以及不良环境的抵抗能力。因此，理想的低酚棉品种是茎、叶及花蕾有腺体，而种子无腺体。

高油分育种　棉花不同种和品种的种子含油率不同。在栽培棉种中，以海岛棉种子含油率最高（17～21%），陆地棉次之（18～20%），亚洲棉和非洲棉较低（14～17%）。陆地棉不同品种种子含油脂量也有差异，一般子指大、种仁大的种子及光子品种的含油率较高。采取连续选择的方法，通过选择种子大、种壳薄（即种仁率高），且种仁油脂含量高的性状，可提高种子油脂的含量。由于种子含油量与皮棉产量之间没有显著的相关，选择高油脂性状不会影响纤维的产量和质量。在高油分育种中，注意增加亚油酸等不饱和酸的含量，可提高棉子油的食用价值。

高蛋白质育种　不同棉种和品种的种子蛋白质含量不同。海岛棉为19～23%，陆地棉为17～22%。选育高蛋白质品种，宜筛选高蛋白质的种质资源，采用杂交和定向选择的方法，并且从早代材料就进行蛋白质含量的测定。棉花种子的种仁蛋白质含量受环境条件影响小，与皮棉产量之间也没有显著的相关，这些都是选育高蛋白质品种的有利条件。但种仁中含蛋白质率与含油率具有高度的负相关，因此，对这两个性状选育方向应有所不同，对同一材料不能同时兼顾。

（汪若海）

棉子油 (cotton seed oil)　从棉子种仁中提取的油脂。棉子油产量约占世界植物油总产量的1/10。棉子油是中国棉区人民的主要食用油。

陆地棉的棉子含油率一般为18～20%，脱壳的种仁含油率一般为35%左右。棉子油是优质植物油，由各种脂肪酸组成，其中亚油酸等不饱和脂肪酸含量较高，碘价103～115。陆地棉种子中各种脂肪酸含量为：豆蔻酸1.0%、棕榈酸24.4%、棕榈油酸1.0%、硬脂酸2.8%、油酸17.0%、亚油酸53.3%、环丙烯酸0.8%。

在榨油前用清子机清除棉子中的杂质，再用破壳机脱去种壳，然后将棉仁送入粉碎机磨碎。热榨法是将棉仁粉蒸煮，增温到104℃，并依靠榨油机的压力挤出棉仁中的油脂，一般出油率仅30%左右。棉仁饼中残油量较高，损失油脂约15～20%。后改用有机溶剂浸提法。先由压榨机预榨出棉仁含油量的1/3～1/2，再用石油醚或己烷等有机溶剂浸提，出油率比热榨法约提高5%。

一般初榨出的油称毛棉油，含有较多的游离脂肪酸、磷脂、蛋白质、棉酚和色素等杂质，故呈酱黑色。经加碱熬炼后，去除杂质，使游离棉酚含量低于0.02～0.04%（见**棉酚**、**棉子品质育种**），即成为一般食用油。再经脱臭、脱酸、脱胶、脱色等精炼加工，则成为高级食用油。通过氢化处理，可制成固态氢化棉油。氢化程度低的，可制作人造黄油；氢化程度高的用以制取硬脂酸、软脂酸及甘油，是制造肥皂、护肤脂、蜡烛、润滑油和油漆等多种化工产品的重要原料。棉子油中还可提取亚油酸，可作为治疗高血压的药物。

（项时康）

《棉作学》(*Cotton Science*)　作物专家孙逢吉编著，当时定为大学用书，共分17章，主要内容为世界棉业概况，中国植棉史及棉区分布，棉的形态、生理、纤维的发育及品质、遗传、棉的分类与品种、育种、气候土壤、棉的化学与施肥、栽培、病害、虫害、轧花、打包及运销、棉花检验、棉花分级、副产品及棉子油，纺纱品质及各种原棉的用途。

1948年原国立编译馆出版，1970年在台湾省修订二版。全书约600千字。

（过兴先）

免耕 (no-tillage)　不进行耕整土壤，直接在茬地上播种的耕作法，又称零耕。典型的免耕包括三个环节：①覆盖。利用前作残茬或其它材料作为覆盖物，覆盖全田或行间，借以减轻风蚀、水蚀和土壤蒸发。②采用联合作业的免耕播种机。前部通常装置切刀，开出宽约5～8厘米，深约8～15厘米的沟，然后施药、施肥、播种、覆土、镇压，一次完成作业。③应用广谱性除草剂于播种前后进行土壤处理或苗期喷洒，杀除杂草。这样，机车进地作业减少至最低限度，从而减轻机具压实土壤，破坏结构，并降低油耗与成本。

正式提出免耕始自美国。20世纪20年代以后，美国由于大面积开垦和大量地使用机械化耕作，土壤结构破坏，风蚀水蚀加重，多次出现尘暴。人们开始对传统耕作方法产生疑虑，从而研究减少耕作次数的可行性。随着阿特拉津等除草剂的制成，免耕于60年代在玉米田试验成功，并进一步推广与完善。至80年代初，美国农田实行免耕的面积已达400万公顷以上，应用范围除以玉米、大豆为主外，还发展到高粱、小麦、棉花、烟草、蔬菜等作物生产上。加拿大、英国、澳大利亚也有一定推广面积。

免耕的好处是：残茬覆盖可减轻雨滴直接打击地面，减少径流和水土流失，也减轻了土壤蒸发和风蚀沙压；减轻了土壤结构的破坏和土壤有机质的矿化进程，并有利于表层土壤腐殖质的积累；与常规耕作相比，能节省能源与劳力，提高劳动生产率；农耗期缩短，有利于扩大复种面积。美国由于采用免耕复种，使一年两熟地区向北纬推移2度。但是，推行免耕也存在一些问题：①在低洼易涝地区，结构差的粘土地上效果不好。②残茬覆盖导致土壤温度偏低，对寒温带

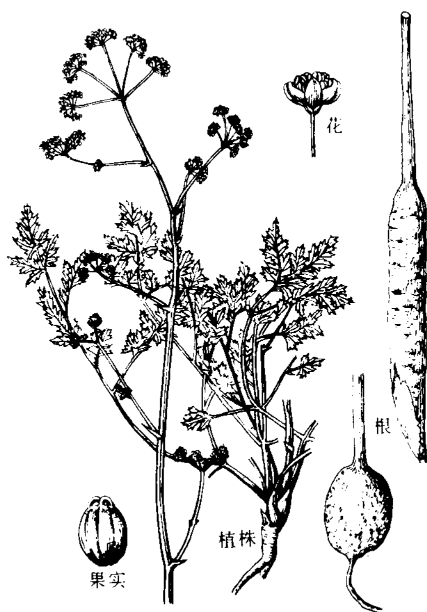
和温带地区春播作物发芽出苗或越冬作物返青不利③覆盖残体的分解过程中产生某些有机毒质，导致抑制土壤微生物活动 ④病虫害增多，鼠害加剧，杂草不能根除 ⑤土壤过分紧实时，不利于作物根系伸展

中国在畜力农具的条件下实行免耕，早有事例。西北砂田、江南的"板田绿肥"、"禾根豆"，皆可佐证 但因受到精耕细作传统的影响，未能加以深化和发展 今后如何采用机械免耕，特别是如何与传统的精耕细作相结合，还有许多问题有待解决

（姜秉权 陆欣来）

明党参 (medicinal changium) 伞形科明党参属明党参，学名*Changium smyrnioides* Wolff. 多年生草本植物。通称明党，明参。别名山花、山萝卜、土人参。根供药用 分布于中国江苏、安徽、浙江等省，为华东地区特产药材

株高1米左右，光滑无毛 根呈纺锤形或圆柱形，表面黄白色，光滑，常有纵沟纹，有的具红棕色斑点 茎直立，有分枝，幼嫩时有乳白色粉霜 根生叶有长柄，基部扩大呈鞘状抱茎；叶片为3出式2～3回羽状复叶，小裂片披针形；茎上部叶缩小呈鳞片状或叶鞘状 复伞形花序，顶生，小花白色 双悬果扁圆形至卵状长圆形，果棱不显 花期4月至5月 果期5月至6月



明 党 参

为耐荫植物，怕强光直射，喜疏光 适宜温暖湿润的气候，较能耐寒，怕涝。野生者常见于山地稀疏灌木林下，土壤肥沃的地方，或石隙及岩石山坡上。家种宜选择土层深厚、排水良好、疏松肥沃的砂质壤土或腐殖质土栽培 可在4月上旬挖野生苗直接栽种 但多用种子繁殖，采用直播或育苗移栽 江苏产区主要用**育苗移栽法**

育苗 取湿砂保藏的种子，在12月中旬至翌年1月上旬播种，条播或撒播 条播按行距20厘米开1.5厘米深的浅沟，将种子连同湿砂均匀撒入沟内，**覆盖**一层杂灰，再撒些草屑或覆细土0.5～1厘米；撒播时把种子均匀撒播在畦面上，覆盖杂灰和草屑或覆细土，以不见种子为度 每公顷用种量视发芽率而定，条播约75千克，撒播约100千克 播后均要及时浇水，保持土壤湿润。3月出苗后经常拔除杂草，4月中下旬和5月中下旬各松土一次，适当浇水和及时排水 在幼苗高6～10厘米和15～20厘米时各追肥一次 6月上旬地上部分发黄初期，在畦面上按行株距10×10厘米间作黄豆或紫苏等高秆作物，以保苗越夏

移栽 9月下旬至10月上旬进行，在畦上按行距20厘米开条沟，沟深视苗根长短而定，以株距6～7厘米进行栽种，栽时芽头向上，覆土厚度一般高于芽头3厘米 栽后当年12月上中旬施越冬保温肥一次，结合中耕培土，清沟理畦，把沟内的土覆到畦面上，使田间清洁，畦沟相通，雨后无积水 翌年4月上旬植株迅速生长，根部膨大，需施重肥一次，并勤除杂草 浅松土，直到封行 5月中旬植株大部分抽薹开花结果，消耗养分较多，可进行第三次追肥 6月上旬套种遮荫作物，以利根部越夏 12月上中旬未出苗前进行第四次追肥，使第三年春季参苗生长有充足的养分 第五次追肥在第三年3月下旬进行，促进根部物质的积累 病虫害有裂根病、灼热病、猝倒病和蚜虫

采收 移栽后第三年5月中下旬即可进行 晴天割去地上部分，将根挖出，洗净泥土，按大、中、小分级，分别放在沸水锅内煮3～10分钟，捞出放入清水内漂洗，冷却，及时用竹刀刮净外皮，晒干，即成明党参；若将鲜根洗净泥土，刮去外皮，晒干，称为粉沙参 每公顷可收鲜参7.5～11.3吨 明党参种子常有发育不全和无胚现象，收获前要选生长健壮的无病植株作为母株，精细管理，抽薹后摘去侧枝，使养分充分供应主枝 6月中旬至7月上旬分批采收褐色的成熟种子，摊晾阴干，置通风处，或用湿沙拌匀，堆放在室内阴凉处，保持湿润，直至播种

根含有机酸、糖、淀粉（约20%），并含微量挥发油 味甘、微苦、性微寒 有润肺、化痰、和胃、解毒的功能 主治肺燥咳嗽、呕逆、疔毒等症 中国南方民间作为滋补强壮药，花茎可作蔬菜

（洪 恂）

膜荚黄芪 见黄芪

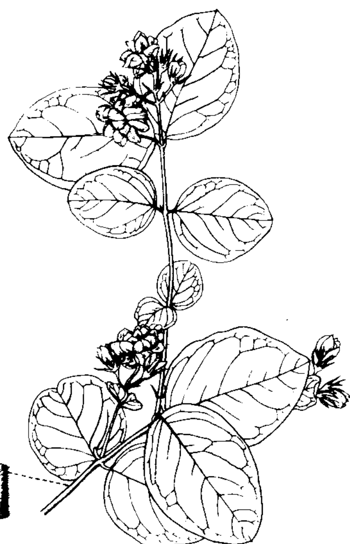
茉莉 (arabian jasmine) 木犀科茉莉花属

中的栽培种之一，学名*Jasminum sambac*（L.）Aiton，常绿蔓性或直立灌木。花有香气，主要为芳香及观赏植物。

茉莉花内主要含有乙酸苄酯、d-芳樟醇、乙酸芳樟酯、苄醇和茉莉酮等成分。主要用花提取茉莉浸膏，调制茉莉香精，用于香皂、香水等化妆品工业。鲜花可用以窨制花茶，也用于妇女佩戴装饰。中国已用蒸馏法提取精油，并有少量出口。中医学上以花入药，有清热、解毒作用，可治外感发热、腹痛、疮毒等症。

原产印度、斯里兰卡等国，宋代引入中国。现在广州、漳州、福州、台湾等地盛行露地栽培；南京、苏州、杭州等地多用盆栽，在温室内越冬。埃及、意大利、阿尔及利亚、法国、苏联、摩洛哥、西班牙等国也有栽培，但以大花茉莉 *Jasminum grandiflorum* L.（2n＝26）为主。

枝条稍有棱，被短柔毛；叶椭圆形或广卵圆形，嫩绿色，密生黄色细毛；花白色，每花序常有花3朵，有单瓣、双瓣、多瓣型，以双瓣型为主。6月至11月开花，着生在新梢上，夜间开放（见图）。染色体数2n＝26，39。



茉　莉

茉莉要求长日照和炎热、潮湿的气候，适宜栽培于肥沃、微酸性的砂质壤土或轻粘土。一般在生长旺盛季节用扦插法繁殖，插条宜选用有2～4个节的当年生半木质化枝条。也可用压条法繁殖。盆栽茉莉在清明节后移出温室，立冬节时移入温室越冬。出温室前必须更换盆土。生长期间适当修剪可促使多生花朵。茉莉喜肥，盆栽培养土中应多加堆肥、厩肥，生长期间可追施尿素、硫酸铵、过磷酸钙等。叶片失绿时可施0.3%硫酸亚铁。注意防治白绢病、大青虫和卷叶虫。采花时间宜在下午，选采当天成熟，含苞待放，开始转白的花蕾。采收后将花朵放置洁净、阴凉通风处，不可堆积过厚。制浸膏用的花朵应随采随运。每1 000千克鲜花可得浸膏约25千克。（盛诚桂）

秣食豆 (fodder soybean)　籽粒小，茎秆柔软，用全株作饲料的**大豆**。又名马料豆。植株生长繁茂，丛生株形，株高100～120厘米，分枝性强，多为无限结荚习性，易倒伏；叶小或中等大小，椭圆形；多紫花；棕毛或灰毛；荚小，暗褐色，二三粒荚较多；种子多肾形，种皮褐、黑色等，有光泽，籽粒百粒重8～12克左右。草质好，耐旱、耐微碱，适应性强。种植方法相同于一般栽培大豆。主要分布于中国东北、西北以及内蒙古自治区。（费家骍）

牡丹 (subshrubby peony)　毛茛科芍药属牡丹种，学名 *Paeonia suffruticosa* Andr.。多年生落叶小灌木。李时珍谓："牡丹以色丹者为上，虽结子而根上生苗，故谓之牡丹"。古名鼠姑、鹿韭、百两金、木芍药、花王。根皮供药用，花可供观赏。原产中国。主产于安徽和山东省，河北、河南、四川、甘肃、陕西、湖北和湖南等省也产。日本也有。栽培种尚有黄牡丹 *P. cutea* Franch. 和野牡丹 *P. delavayi* Franch. 同等入药。

牡丹株高1～1.5米，树皮灰色。根细长圆柱形，外皮灰褐色或紫棕色，有香气。茎丛生，分枝短粗。叶互生，常为二回三出复叶，小叶片卵形至披针形，表面绿色，背面淡绿色，有时具白粉。花单生，单瓣或重瓣，玫瑰色、红紫色、粉红色至白色。蓇葖果成熟时呈黄褐色。种子黑褐色。花期4月至5月，果期5月至8月。



牡　丹

喜温和气候，耐寒、怕高温、耐旱、怕涝。宜土层深厚、排水良好、具一定坡度的肥沃疏松之砂质壤土。深耕细作。安徽铜陵产区，其花单瓣，结子多，繁殖快，根皮厚，多用种子繁殖。耕翻3次，深65～85厘米。7月底果实呈蟹黄色时摘下，放室内荫凉处后熟脱粒，随即**播种**，或在湿砂中贮藏。晒干的种子不易发芽。若晚播，即当年发根少而短，第二年出苗少，生长差。种子有下胚轴**休眠**，经低温解除下胚轴休眠后

幼苗方能出土。作1.3～1.7米宽的高畦，穴距25～35厘米，穴深20厘米，宽15～20厘米，穴底施入基肥，上盖一层土，每穴播种子20～40粒，覆土3厘米，畦面盖草防寒保温，早春去盖草。幼苗出土前浇一次水，以后若遇干旱亦需浇水，雨季排除积水，并经常松土除草，松土宜浅，春夏季各追肥一次。当年秋可移栽，春栽不易成活。移栽地施足基肥，按行株距50×35～50厘米挖穴，深25～35厘米，每穴栽大苗一株或小苗两株。在顶芽上培土8～10厘米，以防旱越冬。山东省菏泽地区所产的花重瓣，多不结子，用分株繁殖。于9月下旬至10月上旬收丹皮时，选生长健壮无病虫害的中小根，从根茎处劈开分成数株，每株留芽2～3个。在整好的土地上，按行株距65×70厘米刨坑，深50厘米，宽20～25厘米，栽后封土成堆，堆高约15厘米。不宜立即浇水，天旱时栽后半个月浇水，生长期要经常松土除草，保持表土不板结，地里无杂草。春秋季各追肥一次，在行间开沟施入。天旱施肥后应浇水，雨季及时排除积水。及时摘除花蕾。冬季培土15厘米高或盖草防寒。有灰霉病 *Botrytis paeoniae*、斑点病 *Phyllosticta commonsii*、锈病 *Cronartium flaccidum*、蛴螬、蝼蛄、白蚁和钻心虫等。分株繁殖的生长3～4年，种子播种的生长4～6年，于9月下旬至10月上旬将根掘起，去净泥土，去掉须根，抽出木心，晒干或用竹刀刮去外皮。一般鲜根与丹皮的加工比例为3:1，每公顷产干货3～6吨。

根皮含牡丹皮酚(Paeonol)、丹皮甙(Paeonoside)，还含安息香酸及植物甾醇、生物碱等。药理实验：有降压、镇静、抗惊、解热、止痛、抗炎、抗菌等作用。味辛、苦，性微寒。有清血热、散淤血功能。主治热入血分、发斑、惊痫、吐衄、便血、经闭、症瘕、肠痈、疮疡和劳热骨蒸等症。（陈 瑛）

木豆 (piqeon pea)　豆科木豆属栽培种，学名 *Cajanus cajan* (L.) Mill sp.，一年生或多年生木本植物。别名树豆、柳豆、黄豆树、鸽豆。具有粮食、蔬菜、饲料、绿肥和放养紫胶虫等用途。

原产于印度，或埃及与东非之间。公元前2 000多年在埃及已有栽培，以后广泛分布到非洲和亚洲的东南部，16世纪传入美洲，18世纪传到太平洋各地。

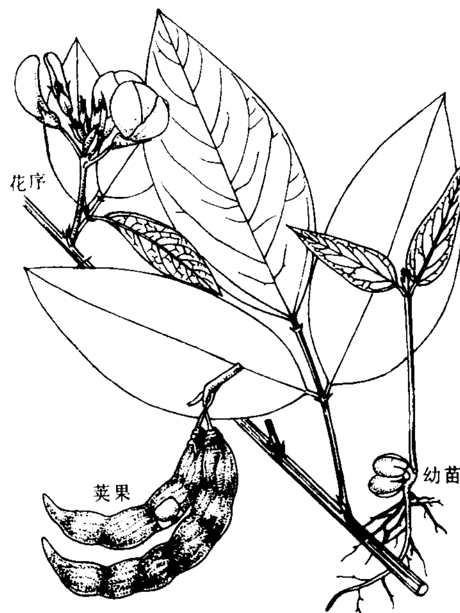
木豆广泛分布于热带和亚热带地区，从30° S到30° N均有栽培。全世界种植面积约300万公顷，总产量196万吨。主产国为印度，其产量约180万吨，占世界总产量的90%；其次为乌干达、多米尼加和缅甸。中国华南和西南各省有少量栽培。

栽培的木豆染色体数2n＝22，44，66。种以下可分为两个变种：黄花变种 *C. cajan* var. *flavus*，旗瓣两面黄色，植株较矮小，一年生，早熟。豆荚多为浅绿色，每荚种子2～3粒；紫纹变种 *C. cajan* var. *bicolor*，旗瓣正面黄色，背面带紫红色条纹，植株较高，多年生灌木，豆荚有毛，每荚种子4～7粒，籽粒较大，有多种颜色并常有褐色斑点，一般次年2月至3月才成熟。近年有人根据株高和株型是否密集分木豆为高密集组、高开放组、中高密集组、中高开放组和矮丛组。

世界热带地区国家十分注意木豆种质资源的搜集和育种。设在印度的国际半干旱地区农业研究所(ICRISAT)为木豆研究中心，搜集木豆种质资源约8 850份。尼日利亚搜集有1 600份，菲律宾有300份。已进行抗病虫性，雄性不育型和野生种的鉴定，并培育出高产、比较抗旱和抗病虫的品种。一年生类型的木豆主要生产籽粒，有许多品质优良的白粒和红粒品种，如Tur和Tenkasi在印度和斯里兰卡广泛栽培。印度早熟高产品种有Co-1、Kanke3、Kanke9、Makta等。中日性品种Amarillo在美国佛罗里达州可全年播种。多年生类型植株高大，除收籽粒外宜作饲料、绿肥和覆盖作物。

木豆为直立小灌木。株高1～3米，主根可深入土层2米，但主要分布在30厘米深的土层内。小枝柔弱，密被灰色短茸毛，上有5～7条纵棱。叶互生，三出复叶，叶片长椭圆状披针形。总状花序，腋生，花梗长3～7厘米，有花3～10朵。花冠黄色，或旗瓣背面带紫红色纵线纹。荚果长4～7厘米，宽6～10毫米，扁平，有黄色柔毛，荚果在种子间有凹陷的斜槽，每荚有种子2～7粒。种子扁圆形，长约5毫米，宽约4毫米，具黄棕色、黄色、灰白色、紫色、黑色或有斑点。百粒重6～12克。种脐小，在较平的一侧。

木豆需要温暖的气候。种子在9～13℃开始发芽，



木　豆

子叶不出土。最适宜的生长温度为18～29℃。如水分适宜，土壤肥沃，在35℃时也能生长良好。耐干旱，年降水量600～1 000毫米，初期较湿润而花荚期干燥的气候最适宜木豆生长；在年降水量400毫米或高达4 000毫米的地区也能生长。开花期如遇阴雨或寒潮，降低授粉和结实率。比较耐瘠，除易涝的粘土外，从砂土至粘壤土和石砾土，都可种植，而以深厚疏松、含腐殖质和钙、磷较多的土壤为宜。适宜的土壤pH值为5～7，缺磷或含锰过多时叶片黄化。木豆属短日性植物，在10～12小时的光照下开花，有的品种全年可以开花。光照不足或密度过大时，生长不良，易发生病害。自花授粉，如有大量昆虫传粉，有5～20%自然杂交。种子繁殖，须隔行种植。

在中国，木豆一般种在旱坡地上，生产籽粒的宜疏播，行距1～1.5米，每公顷播量约15千克。作饲料或绿肥的宜密播，行距50～80厘米，或者撒播。新垦山地种木豆时宜施石灰调节酸性。3月至4月播种。种子先浸种一夜，晾干后，穴播3～4粒，播深3～5厘米。间苗时每穴留苗1～2株。木豆前期生长缓慢，适宜和花生、芝麻、大豆、绿豆等春播作物间作。在印度常与高粱、御谷间作；在菲律宾、美国夏威夷常和菠萝、甘蔗轮作。因成熟期不一致，需分批采收。叶片凋落时在离地约1米处台割，连茎叶晒干脱粒。台割留下的茬第二年再生新枝条，比不割的结实多。作为饲料或绿肥的木豆，在植株高达100～150厘米时于距地面50～70厘米处割青。早期割青再生枝良好。全株已有2/3豆荚形成时刈割，养分和产量最高。

主要病害有枯萎病 *Fusarium udum*、根腐病*Macrophomina phaseoli*、锈病 *Urdeo cajani*。常见害虫有蚜虫、豆芫青*Epicauta* spp.、蓟马 *Frankliniella sulphukea*、豆荚螟 *Etiella zinckenella*、豆象*Callosobruchus* spp. 等。

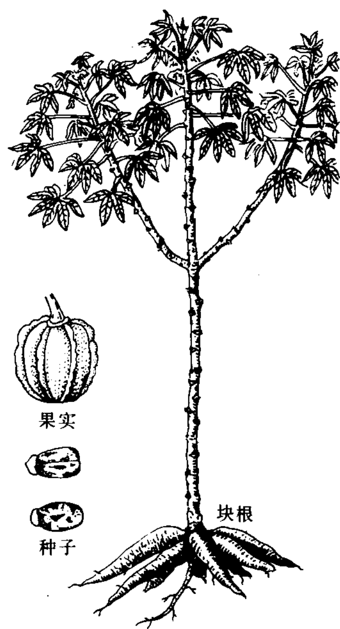
籽粒含蛋白质约22%，脂肪2%，碳水化合物57%。木豆籽粒煮熟可直接食用，亦可制作豆粉、豆腐、豆浆、豆芽、豆酱、豆馅等。鲜籽粒或嫩荚常作蔬菜。鲜茎叶是优良的青饲料，蛋白质含量丰富，消化率达到60～88%。可以青饲、放牧、制干草或干草粉。籽粒也是家畜和鸡、鸭、鸽等家禽的好饲料。作绿肥效果显著，还可作覆盖作物、蜜源植物、绿篱，是紫胶虫的优良寄主，胶质好，产量高。（宋光谟）

木瓜 见贴梗木瓜。

木薯 (cassava) 大戟科木薯属的一个种，学名 *Manihot esculenta* Crantz，多年生亚灌木。地下部结薯，结构似**甘薯**，称树薯、木番薯，为世界三大薯类（木薯、甘薯、**马铃薯**）之一。本属有100多个种，木薯为唯一用于经济栽培的种，其他均为野生种。根据块根氢氰酸含量的大小，木薯可分为甜、苦两个品种类型。氢氰酸有毒性，一般块根肉质部氢氰酸含量在5毫克/100克以下者为甜品种类型；在5毫克/100克以上者为苦品种类型。氢氰酸含量是一种易受环境影响的数量性状，故甜品种类型不是绝对不变的，随着生态条件、施肥种类和数量的改变，可能成倍乃至几倍地提高其原来的氢氰酸含量而变为苦品种类型。

经济价值　在热带地区发展中国家，木薯主要用作粮食，其次用作饲料和提取淀粉。块根可以直接蒸煮食用，或制成各种食品。在中国主要用作饲料和提取淀粉。木薯淀粉可制酒精、果糖、葡萄糖、麦芽糖、味精、啤酒、面包、饼干、虾片、粉丝、酱料以及生产多种化工产品，如塑料纤维、塑料薄膜、树脂、涂料、胶粘剂等。作为饲料，木薯粗粉可以代替所有谷类成分，与大豆粗粉配成禽畜饲料，为一种高能量的饲料成分。此外，块根经加工处理，可以生产含蛋白质13～40%的木薯蛋白产品。用其淀粉作基质，可生产富含蛋白质和赖氨酸的饲料增添剂，或生产单细胞蛋白。木薯叶片营养丰富，鲜叶和干叶分别含蛋白质7%左右和20～40%，可作青饲料，或晒干磨粉作配合饲料的蛋白质成分，亦可用来养鱼、养蚕，切细、去毒可作蔬菜吃用。茎秆可造纸或作燃料，也可培植木耳。

起源与分布　木薯起源于热带美洲，约有4 000年的栽培历史，集中在20° S～20° N之间，但在30° S～30° N之间的热带和亚热带地区也有栽培。16世纪末传入非洲，18世纪传入亚洲。中国于19世纪20年代引种栽培，已分布到淮河秦岭一线以南的长江流域，广东和广西的栽培面积最大，福建和台湾次之，云南、贵州、四川、湖南、江西等省亦有少量栽培。1982年中国栽培面积约40万公顷，总产鲜薯300多万吨。



木薯的形态

形态特征　茎直立，木质，高2～5米，顶端常成三叉式分枝。单叶互生，掌状深裂，裂片5～9片，纸质，披针形。单性花，圆锥花序，顶生，雌雄同序。雌花着生于花序基部，浅黄色或带

紫红色，柱头三裂，子房三室，绿色。雄花着生于花序上部，吊钟状，植后3～5个月开始开花，同序的花，雌花先开，雄花后开，相距7～10天。蒴果，矩圆形，种子褐色，光滑有斑纹。根有细根、粗根和块根。块根肉质，圆锥形或圆柱形，富含淀粉，为木薯的经济产物（见图）。

适生环境　适应性强，对土壤要求不严，耐旱耐瘠，在年平均温度16℃以上，无霜期8个月以上的地区，不论山地、平原均可种植；在降雨量600～6 000毫米，热带、亚热带海拔2 000米以下，土壤pH3.8～8.0的地方都能生长，但最适于在年平均温度27℃左右，日平均温差6～7℃，年降雨量1 000～2 000毫米且分布均匀，pH6.0～7.5，阳光充足，土层深厚，排水良好的地方生长，而且产量品质俱佳。不耐低温霜雪，10℃时生长受抑制，4℃以下停止生长，2℃以下受冻害。

品种改良　木薯是高度杂合的植物，自交严重衰退，无纯合品种，杂种第一代强烈分离，生产上使用的"品种"是杂种一代无性系后代。因此育种工作是以获得优良无性系为目的的系统选种，主要做法是根据育种目标选择性状互补的无性系品种进行杂交，获得杂种第一代，收获时选择**收获**指数在0.5以上的优良单株进行无性系初级系比，每株系种5～10株，收获后，选择高产株系进行中级系比，每品系种20～30株，然后选择符合育种目标的品系进行4～5年的品种比较和适应性试验，便可选出新品种。从获得杂交种子至育成推广，一般需8～10年。用征集评选、品种间杂交、种间杂交、多倍体诱导、组织培养等方法均能获得优良无性系。**国际热带农业中心**(CIAT)和世界主要木薯生产国，收集保存了各类**种质资源**12 000多份，并通过征集评选和品种间杂交，选育了不少适于相应地区栽培的优良品种，CIAT培育的Mcol 22、Mcol 1684、Mcol 2215、CM 1335-4，印度的H-2304、H-1687，泰国的Rayongl，尼日利亚的60444等。印度等国曾用0.5～1.0%的秋水仙素诱导出木薯四倍体（4n=72），其块根蛋白质含量比二倍体（2n=36）高42.3%。用岩生木薯*Manihot saxicola* Grantz.与栽培木薯杂交已获得块根含蛋白质12%（以干物质计）的杂种，但尚未育出生产上推广的栽培品种。中国于1958年开始木薯选育种工作，育成和推广的优良品种华南6068，早熟低毒，干物质和淀粉含量高，适应性强。此外还评选推荐了一些其他优良品种，甜品种类型有华南101、华南102、**华南**104等，苦品种类型有华南201、华南205等。

栽培措施　木薯多在矮丘缓坡、休闲耕地或零星土地上栽培，应因地制宜地采用合理的耕作方法，注意水土保持。草地、缓坡荒地，植前应清除杂草灌木，进行冬前犁耙整地，促进土壤熟化。坡度大于15°的山地、台地，须修梯田或等高带垦种植，不宜在坡度过大的地方栽培，以免造成水土流失。

除育种工作用种子繁殖外，生产上用插条栽培。充分成熟的主茎和分枝均可作种苗，植后均能成活。但为了增产增收，应选用充分成熟、密节粗壮、髓部充实、芽点完整、无病虫害的主茎作种苗。收获后，如不立即种植，种苗需妥善保存。种苗的保存方法有露放法和窖藏法。凡冬季无霜冻寒害地区可采用露放法，只需将木薯秆成捆直立放置于背风荫蔽处，并在基部培土即可。在冬季有霜冻寒害的地区，常用窖藏法，即在地势倾斜、土质干燥、背风向阳的地方挖窖坑，窖坑的深浅和大小视地区、种苗数量和放置方式而异。霜冻寒害期短的地区可挖浅坑，种茎分层平放，直至高出地面15～20厘米，顶部盖土呈龟背形，四周开排水沟。霜冻寒害时间较长的地区需挖深窖，种茎竖放，窖口用木板封住，窖顶留一通气孔，四周开排水沟。此外，亦可利用天然地洞保存。

热带地区全年均可种植，中国亚热带地区2月至4月种植。插条长15～20厘米，穴栽，种苗平放或斜插，亦可直插，植距因地力和栽培方式而异，一般每公顷种1.2万～2.0万株，可与花生、豆类间种，平缓坡地也可间种于幼林行间。植后30～50天内间苗，每穴选留1～2苗，苗期生长缓慢，应及时中耕除草。生长期间看苗施肥。受台风影响植地，宜适当培土，及时排除积水。

主要病虫害　①非洲病毒病，由带病的插条和烟草粉虱 *Bemisia tabaci* 传播，仅在非洲和印度发现，危害严重时可减产90%。②木薯单孢萎蔫病 *Xanthomonas manihotis*，分布地区广，中国已有发生。由带病的插条传播，可造成全部失收。③木薯痂圆孢徒长病 *Sphaceloma manihoticola*，仅在美洲发生，可造成全部失收。主要害虫有木薯单爪螨 *Mononychellus tanajoa*、绵粉蚧 *Phenacoccus* spp.、威廉斯花蓟马 *Frankliniella williamsi*、烟草粉虱 *Bemisia tabaci* 等。单爪螨在美洲、非洲和亚洲均有发生，可减产50%左右。粉蚧、蓟马、粉虱等仅在美洲和非洲发生，均由插条传播，可减产50～80%。木薯病虫害的主要防治措施是严格检疫，选择无病种苗和培育能抗病虫害的品种。

收获加工　作为经济栽培，木薯常为一年生，一般植后60天块根开始形成，90天数量和长度基本稳定，此后不断膨大和积累淀粉。早熟品种一般植后7～8个月开始收获，中、迟熟品种植后9～10个月才能收获。在中国，多在当年11月至翌年1月收获，冬季无寒害霜冻的地区可宿根隔年收获。产量与土壤肥力、品种和管理水平关系密切。在中国，在瘦地栽培且管理粗放者，单位面积产量只有6～7吨/公顷；在肥力中等以上的地区栽培者，单位面积产量22～30吨/公顷，最高可达60～70吨/公顷。1983年世界平均单位面积产量约

8.3吨/公顷，库克群岛最高，约32吨/公顷，印度次之约17吨/公顷。

块根不耐贮藏，收获后必须及时加工，制成干片或提取淀粉。干片是将块根切成薄片晒干或烘干而成。提取淀粉采用手工加工或机械加工。少量生产可用手工加工，其流程是：刮皮——冲洗——研磨——过滤→洗涤——沉淀——干燥。大量生产需在工厂进行机械化加工，其流程是：冲洗——破碎——浸渍——分离——漂白——洗涤——离心脱水——干燥——过筛——包装。

主要成分　块根干物质含量30～40%，鲜薯含淀粉32～35%，蛋白质1～2%，脂肪0.3～4.3%，纤维素1～2%，灰分1%，维生素C 30毫克/100克左右。此外，还含有少量的维生素A、维生素B_1、维生素B_2等。木薯植株各部分都含有氢氰酸，其含量因品种、气候、土壤、肥料成分而异，其中叶部约占全株含量的2.1%，茎部约占36%，根部约占61%，根部以块根含量最高(1～49毫克/100克)，块根以皮层含量最高，为肉质部的15～100倍。因此，利用木薯块根和叶子作食物和饲料时，应注意去毒，即浸水、切片干燥、剥皮蒸煮、研磨制淀粉等。切片干燥一般可除去75%的氢氰酸，加工制淀粉后含量甚微。甜品种类型剥皮蒸煮或切片干燥后均可安全使用，苦品种类型去毒处理后也可食用和饲用，但主要用于加工淀粉。

生产贸易　1983年世界木薯收获面积1 484.9万公顷，总产1.23亿吨。栽培面积较大、产量较高的国家依次为巴西、印度尼西亚、泰国、扎伊尔、坦桑尼亚、尼日利亚、印度等。巴西、扎伊尔和泰国，三国的产量约占世界总产量的44.8%。1980年国际贸易总量1 420万吨，总值9.85亿美元。主要出口国是泰国，巴西和中国也有少量出口。进口最多的是欧洲一些国家，其次是美国和日本。（林　雄）

木原　均 (Hitoshi Kihara 1893～1986)

日本著名的植物细胞**遗传**学家、理学博士。京都大学教授、木原生物研究所创始人、国立遗传研究所所长。1893年10月21日生于东京，1918年毕业于北海道帝国大学农学科，专修植物生理学。毕业后留校随发现**小麦**多倍体的板村博士工作，遂转向于细胞遗传学的研究，特别是小麦起源的研究。1920年到京都大学任教。1924～1927年留学德国、英国和美国。1944年任日本遗传学会会长。他多次参加和主持国际植物学会、国际小麦遗传学会和国际遗传学会；1968年在东京召开12届国际遗传学会任主席。先后获得日本的学术奖赏和国际的许多荣誉学术称号。曾去中亚西亚等地采集植物资源。1977年5月至6月来中国进行学术访问。1986年7月27日心脏病猝发逝世于横滨。



木原均通过小麦属(*Triticum*)的种间杂交和小麦与其近缘的山羊草属(*Aegilops*)杂交的研究，发现它们的杂种花粉母细胞减数分裂时**染色体**配对的表现不同，从而不仅明确了不同染色体数的一粒系小麦(2n=14)、二粒系小麦(2n=28)和**普通小麦**(2n=42)为三个倍数性的组群，而且证明了它们分别具有不同的染色体组(genom)。他论证了普通小麦起源于二粒小麦与山羊草杂交后染色体的自然加倍。他最先提出**染色体组**分析(genome analysis)；并创用同源多倍体(autoploid)和异源多倍体(alloploid)两个术语，以区分多倍体中染色体组的不同来源。染色体组分析是研究植物分类、遗传和进化的重要理论依据。木原均发表论文很多，并主编了《植物染色体数的研究》(1931)、《禾谷类的细胞遗传学》(1933)、《小麦的研究》(1933年)、《细胞遗传学》(1949)、《小麦的合成》(1971)和《小麦遗传的研究》(1981)等专著。

在植物的应用遗传学研究方面，他用人工四倍体西瓜与二倍体西瓜杂交制种，1951年创造出无籽的三倍体西瓜。70年代以来，他从事核质杂种的研究，目的在于通过杂交和回交把普通小麦的细胞核与山羊草的细胞质结合起来，形成具有稳定优势的核质杂种，以免除生产上每年配制杂种的繁重工作。

（李道藩）

牧草播种 (sowing pasture crops)

通过手工或机具将牧草种子播入土壤表层，使其成为人工草地或半人工草地。牧草的种类多，种子大小差异大，并具有不同的形态特征和生长习性，因此**播种**的方法与要求与一般作物有很多不同。

草种选择　选好草种是播种成功的关键。不同自然环境条件选用不同的草种。干旱地区播种耐干旱的草种；寒冷地区选耐低温草种；红壤丘陵地区选耐高温、耐酸性的草种；放牧地选择植株较低矮、有根茎、耐践踏、再生快的草种；割草地选择植株较直立或高大、产量高的草种。

种子处理　除进行一般处理选优去杂外，带芒或带壳的种子，播种前先断芒、去壳。有些豆科牧草由于硬籽多，需要用机械和变温处理后再播种。多数豆科牧草播种前，需用根瘤菌接种，以提高其固氮能力，加速自身的生长发育。

播种量与播种深度　播种量要根据种子大小、种子质量以及种植方式和利用目的来决定。小粒种，播种量应少，大粒种则较高。小糠草千粒重只有0.1克，所以每公顷播种量只要3.8千克，红豆草千粒重为20克，每公顷播种量就需要45～60千克。种子的发芽率

和纯净度，是决定播种量的另一依据。一般具有80%以上的发芽率和95%左右的纯净度，才能作为商品种子。同一质量的种子，用途不同，播种量也有差异，放牧地及割草地播种量要比种子田多一倍左右。紫花苜蓿割草用时，播种量为每公顷10.5千克，留种用每公顷5.3～6千克即可。撒播用种子比条播和点播多。大粒种覆土要深，小粒种宜浅；湿土要浅，干土要深。

播种期　以出苗后能安全越冬和越夏为原则，一般以春播和秋播为主，也可夏播和冬播。热带牧草宜春播，温带牧草以秋播为主，北方干旱地区则以夏天雨前播为宜，有积雪的干旱地区冬播较好。

播种方式　除采用条播、撒播和点播外，有时还采用混播方式。混播将一种豆科与一种禾本科混种，也可以用多种牧草种类混播。多种牧草搭配混播，营养全面，能有效地利用空间和土壤中的水分及营养物质，可以均衡供青。同时豆科牧草有根瘤菌固氮，能提供较多的氮素，对提高牧草的生物产量和质量有利。人工播种是中国当前主要的播种方法，一般采用手摇播种机，或用人工手撒、条播、点播，用于面积较小的农区、半农半牧区。畜力播种，以畜力带动播种机具播种，也可用畜力开沟，人工手播。机具播种，以拖拉机为动力带动播种机，或以联合播种机进行，主要作业程序是开沟施肥、播种、覆土。用机具播种，工效高，播种质量好，限于地势较平坦的农牧场使用。

飞机播种，在国外应用较广泛，尤其是新西兰和澳大利亚常在改良草地上应用。中国自1979年以来已开始应用。飞机播种适用于地形复杂，人少地多的山区，退化草原区，黄土高原和红壤的水土流失地区。1979～1984年，共播种40多万公顷，分布于全国22个省（自治区）。播后1～2年即可**覆盖**地面，南方覆盖率达80%以上，北方覆盖率50%以上。一架农用飞机一天可播667～2 000公顷。飞机播种的要点是：首先选好草种，以种子颗粒较小，表面光滑的，最宜飞播，选用的牧草种类主要根据适应性来确定。黄土高原用沙打旺、岩黄芪；沙地上选用沙蒿、达呼里胡枝子；新疆干旱草原选用的耐旱的伏地肤；南方山区选用温带牧草三叶草、多年生黑麦草等。第二实行地面处理，在裸露的黄土高原水土流失地区，一般不作地面处理。在退化草原，土壤板结严重，则用机具及人工松土，为牧草种子创造良好的发芽条件。南方植被覆盖率高的山区，采用砍灌木、翻地或烧山的办法清除灌丛及杂草丛，然后播种。在有条件的地区，能实行全垦。第三播种期，选择雨季来临前7～10天为宜，种子播下后遇有3～4天连阴天，降水20～40毫米即可整齐的出苗，在少雨有积雪的地方，如新疆伊犁州伊宁等县，选择冬季11月至12月份下雪时飞播。　（黄文惠）

牧草绿肥作物种子生产 (seed production of forage and green manure crops)
牧草和绿肥作物主要靠种子繁殖，品质优良的种子，是获得饲草和绿肥高产的基础，是扩大牧草绿肥种植面积的前提。因此，牧草绿肥种子生产是牧草绿肥生产中的一项基本建设。

适宜地区的选择　进行种子生产，最好在就近地区建立繁殖种子的基地。但是，多数牧草绿肥鲜草产量高的地区，往往收不到种子，或种子繁殖率很低。中国亚热带地区的山区，适宜多年生黑麦草生长，但种子产量很低，而江苏北部滨海地区种子产量则较高；箭筈豌豆在全国均能栽培，但以青海、甘肃等地产种量最高。因此就全国来讲，应选择不同牧草绿肥作物繁殖种子的高产地区，作为种子繁殖基地。

保持品种的纯度　在繁殖种子时，不同种类要保持一定的距离，避免混杂或自然杂交。虫媒花的草种，如苜蓿、**草木樨**、**三叶草**、**红豆草**等，其间隔距离要保持1 000～1 200米；风媒花草种，如羊草、老芒麦等应为400～500米。即使繁殖两个或两个以上不易天然杂交的草种，也要保持25～30米的距离，以防机械混杂。很多草种，落粒性强，要掌握地块种植历史，以免田间混杂。

栽培与收获　多采用无覆盖单播方式。按草种的生长习性和株型不同采用适当的株行距。种子田的播种量一般比草用或绿肥用的减少1/2甚至更多一些。要勤除杂草、灌溉、追肥及防治病虫。在抽穗或现蕾开花前拔除异株1～2次，以保证种子纯度。大部分种子进入蜡熟与完熟期时收种。但是，很多牧草和绿肥作物开花期长，种子成熟不一致，落粒性强，或豆荚易开裂，应根据其种子成熟的特性及收获机具的不同，适时采收，以免落粒、落荚而造成损失。

种子检验　所有生产的商品种子，必须向国家法定**种子检验**部门送检，一般优良种子的发芽率要求达到85%以上，纯净度95%以上，并进行病虫检验。

（吴渠来）

牧草收获与加工调制 (harvesting, haying and silage making of forage crops)
在绿色体营养质量最佳时期进行**收获**，并通过加工调制，一方面贮备作为缺草季节饲用，同时也把营养物质最大限度地保存起来。牧草的生长和草的品质受气候条件影响很大，一般夏秋季生长繁茂，冬季和早春生物产量低，有的冬季甚至死亡，所以常造成全年供青量很不平衡。同一种牧草也因季节和生长发育阶段不同，其品质也不一样。需适期收获，并进一步加工调制。

收获　包括选择适应的收获期、全年刈割次数及留茬高度等主要技术环节。①收获期。不同牧草作物，收获期有较大的差异。一般豆科牧草宜在初花期，禾本科牧草宜在抽穗期收获。过早收获生物产量低，过晚

收获营养价值下降。②刈割次数。根据不同地区的气象、灌溉条件以及不同牧草品种和自身的生长情况，来决定全年刈割的次数。一般北方可刈割二三次，南方四五次。冬前最后一次刈割，应在霜冻前一个月左右，保证有足够的养分积累，以利安全越冬。③留茬高度。凡从根茎处产生新枝的牧草，如苜蓿等，留茬高度以4～5厘米为宜；凡由茎腋发新枝的牧草，如草木樨、柱花草、**沙打旺**等，留茬宜15～20厘米。上繁禾草留茬宜5～6厘米；下繁禾草留茬宜3～4厘米。冬前最后一次刈割，留茬要稍高，一般8～10厘米。

加工调制　主要是指调制干草和青贮料的技术要求。①调制干草。牧草刚割下来，仍有代谢作用，消耗营养。当水分降至38%时，细胞死亡，代谢停止，但植物的氧化酶、微生物仍在分解营养物质。水分降至14～17%，干草的营养方能保存下来。割后如在直接日光照射下胡萝卜素易被破坏，一般日光曝晒一周，胡萝卜素将损失56%；割后如浸入雨水中，则可溶性营养成分将流失20～40%。所以收割下的牧草，须使之尽快干燥，减少日光曝晒，避免雨淋。同时由于牧草的主要营养成分含在叶部（苜蓿的叶量占茎叶量的50%，而叶部又含有70%的蛋白质和90%的胡萝卜素），因而要尽量避免落叶，以保存干草的最大营养价值。干草调制的方法，一般采用地面干燥，东北地区将刈割下的牧草，就地干燥6～7小时，含水量约在40～50%时，搂成松散草垄，继续干燥4～5小时，含水量约35～40%，用集草器堆成小堆。小堆干燥1～2天，水分含量降至15～18%，然后压捆或堆垛贮存。也可采用鼓风筒或仓房堆草干燥。采用人工热气鼓风快速干燥，可使牧草中水分含量降至4～8%，几乎可以保存全部营养。②调制青贮料。青贮是经过无氧发酵，产生乳酸，来保存青草的营养成分。青贮比干草调制能保存更多的营养。如苜蓿干草，堆垛贮存要损失23%的营养物质，用草棚贮存损失14%，而制成青贮时仅损失10%。青贮开始时，由于生活细胞有短暂呼吸作用，因而好气性微生物仍能活动，随着青贮料下沉和青贮料的水分渗出，排去了窖中空气，形成无氧状态，使嫌气性的乳酸菌得以迅速繁殖。当青贮料的乳酸含量达1.0～1.8%，有机酸含量达2.45%，pH在4.2以上，即成为良好的青贮料。青贮料主要采用含糖量较多的禾本科草作原料。如采用豆科草调制青贮料，则应加入20～25%的禾本科草，或将豆科草事先晾干至含水分约50%，然后铡碎，制成半干青贮料。青贮有采用地上圆筒形青贮塔；地下圆筒形青贮窖；地下或半地下青贮沟；地上堆贮用塑料膜覆盖；或用圆周125厘米塑料管，扎紧两头成青贮袋等。青贮时要随割、随堆、随装、随压、随封，进行连续作业，一次完成。原料要切碎，装填要紧实，封顶要严密。

（吴渠来）

牧草作物（pasture crops）　用茎叶（包括花果）为饲料的，以草本为主的栽培植物。牧草作物应具有对牲畜的适口性好、高产、优质、刈割后再生能力强，持青期长，繁殖容易等特点。

历史及现状　中国最早记载的牧草作物为苜蓿。公元前126年，张骞出使西域由古罽宾国（即克什米尔一带）引入中国。《前汉书·西域传》记载："汉使采蒲陶、苜蓿归，天子以天马多，又外国使来众，益种蒲陶、苜蓿，离宫馆旁极望焉"。1814年比利时传教士将红三叶引入鄂西山区，在该地区自然传播；1934年新疆从苏联引进猫尾草、**红三叶**等牧草；1938年东北三省自日本引入一批牧草，其中有格林苜蓿等，在公主岭试种；50年代又从苏联和东欧各国引入较多的牧草种类；60年代作为橡胶园的覆盖作物，又引进柱花草等热带牧草。原产中国，在生产上有利用价值的牧草资源主要的有：和阗苜蓿、**黄花苜蓿**、**白三叶**、**百脉根**、**旱红豆草**、**沙打旺**、**鸡脚草**、**羊茅**、**披碱草**、**鹅草**、**新麦草**、野黑麦等。到1984年，收集的牧草种质资源共计3 151份。其中引自国外2 112份（豆科672份，禾本科1 379份，其他科61份）；国内资源1 039份（豆科463份，禾本科455份，其他科82份）。以上牧草种质资源，大部分均经过鉴定，其中一部分已在生产上利用，而栽培面积最大的是紫花苜蓿，1984年统计达100多万公顷。70年代后期，提倡利用草山发展草食牲畜，进行了全国农区草山草坡的草资源调查，开始大面积栽培牧草，开展人工草地的建设和改良。1984年底统计，全国累计种草和改良草场面积达486万公顷，累计围栏草场面积达380万公顷。

15～16世纪西班牙开始栽培牧草。苜蓿先在伊朗栽培，以后传到欧洲，1763年传入美国。英国在17世纪大量种植三叶草并首先栽培黑麦草。主要在工业革命之后，随着产业和科学的发展，人工草地建设日益昌盛，苏联、美国、日本、联邦德国等国家人工草地的面积，一般占耕地面积的20%左右。有些国家相当于耕地面积100～200%。英国为100%左右，澳大利亚为150%左右，新西兰甚至高达200%以上。这些国家畜牧产值大部分由牧草所转化，美国占73%，联邦德国和法国约占60%，澳大利亚占90%，新西兰的畜产品几乎全部由牧草转化。据估算，牧草为世界食草家畜提供90%以上能量，为肉牛提供75%能量，为产乳家畜提供60%能量。

种类区分

从植物学来分类　有禾本科、豆科、菊科、藜科、紫草科、十字花科等等，但最主要的是禾本科和豆科。

按牧草的发育速度和寿命分类　①一年生牧草。播种当年就可以完成生长、发育、结实、死亡。主要有**苏丹草**、**箭筈豌豆**等。②二年生牧草。播种当年不能开花结实，第二年才开花结实、死亡，如**草木樨**等。

③多年生牧草。有寿命3～4年的短寿命牧草，如高燕麦草、红三叶等。有寿命5～6年的中寿命牧草，如苇状羊茅、紫花苜蓿等。有寿命10年以上的长寿命牧草，如无芒雀麦、山野豌豆等。

按植株的高矮分类　分为上繁草（一般株高在40厘米以上）、下繁草（一般株高很少超过40厘米）两类

根据茎枝形成的特点分类

禾本科牧草　①根茎型。分蘖时可形成两种枝条，一种向上长成枝条，一种自分蘖处呈水平方向形成另一种地下枝条。如无芒雀麦等。②疏丛型。从分蘖节上产生的枝条，与母枝成锐角伸出地面，形成一个较疏松的草丛。如鸡脚草等。③根茎—疏丛型。界于上二型之间。如早熟禾等。④密丛型。分蘖节位于土壤表面，其幼枝紧贴主枝向上生长，形成很致密的株丛。如针茅等。⑤匍匐型。由分蘖形成贴于地面的蔓生茎，茎节可形成新的茎枝和不定根。如狗牙根等。

豆科牧草　①丛生型。如紫花苜蓿、红三叶等。②匍匐型。如白三叶等。③根茎型。如**鹰嘴紫云英**等。④根蘖型。有主根，可从5～30厘米深的主根上产生水平方向生长的侧根，侧根上的芽向上生长成新株。如小冠花。

作用　牧草比其他作物能更好地利用草山草坡荒废地的光、热、水气候资源和土地资源，这是由于它具有广泛的适应性和侵占能力。种植牧草投资少、成本低、收效快、使用期长、能生产营养价值和经济价值更高的畜产品。栽培的牧草比天然牧草的产量至少提高5倍，同时营养价值高，持青期也比天然牧草长2～3个月。牧草作物具有发达的地下茎或根蘖芽，生长发育快，所以能保持水土。牧草作物的根系，可以增加土壤有机质和土壤团聚体，豆科还可以通过根瘤菌固氮，增加土壤中的氮素。同时栽培牧草还可以净化空气，改善环境。　（熊德邵）

苜蓿属 (medic)　豆科苜蓿属，学名 *Medicago* L.，一年生或多年生草本，少数为小灌木，茎多直立，叶为小三叶组成。本属有65个种，多年生种可概分为紫花（见**紫花苜蓿**）、杂花和黄花（见**黄花苜蓿**）三大种群。紫花苜蓿经济价值较高，黄花苜蓿抗逆性较强。

杂花苜蓿是紫、黄两种苜蓿经天然或人工杂交而得，兼有二者的特性。由于适应性广泛，抗病及抗寒能力强，且高产，在生产中日益发展。一年生或越年生的苜蓿种类很多，分布亦很广，如**金花菜**，天蓝苜蓿 *M. lupulina* L.，小苜蓿 *M. minima* Bart 以及矩镰果苜蓿 *M. archiclucis* Nicoki G. Sirjaer 等，在中国南方或北方天然生长较普遍。但除金花菜外，用作栽培者甚少。近年来引进的有圆形苜蓿 *M. orbicularis* Bart.、小瘤苜蓿 *M. tubercuata* Willd、蜗牛苜蓿 *M. scutellata*（L.）Mill等，开始小面积种植。除金花菜的染色体数2n＝14外，多数苜蓿的二倍体为2n＝16。而紫花苜蓿、黄花苜蓿和杂种苜蓿以及天蓝苜蓿多属四倍体，2n＝4x＝32。上述这些种均具饲用价值和肥田作用。

（洪绂曾）

N

耐湿性鉴定 (evaluation of water-logging tolerance) 对旱作物在雨涝或淹水条件下适应能力的评价。世界上有些平原低洼或河叉地区，地下水位较高，雨季内会在一段时间使根层土壤充水、通气状况恶化，因而形成湿害，甚至植株整个死亡。鉴定筛选耐湿性种质材料和选用耐湿性品种，是在这类地区减少湿害、保证稳产的重要措施。

作物的湿害实际上是根系在缺氧状态下所引起的细胞生理干旱。一般在土壤含水量达到最大持水量85%以上或地下水位上升到离地表50厘米以上时，导致土壤通气状况恶化，作物根系处于缺氧状态，不能正常吸收水分和养分。在这种状态持续时间过长时，致使植株内水分亏缺，养分得不到补偿，生长发育不良。缺氧呼吸产生的有害物质还能使植株组织中毒，加速根系的衰亡。在高温条件下更易造成植株青枯死亡。

不同作物、类型、品种在不同生育期的耐湿性有所不同。例如**油菜**的耐湿性强于**小麦**，小麦强于**皮大麦**，皮大麦又强于裸大麦。白菜型油菜强于甘蓝型油菜。**马卡小麦**强于**普通小麦**，而普通小麦不同品种的耐湿性亦各不相同。据日本的中川(1958年)和吉田美夫(1977年)等人研究，耐湿的小麦品种，一般具有下列特点：①根系活动范围内氧气不足时，根系对氧的需求量降低，或对缺氧具有一定的忍耐力；②通气系统发达，茎叶可能供给部分氧气；③在不良环境条件下发根力强，当原有根系逐渐衰亡时，容易发生新根；④对土壤处于还原状态时生成的有害物质具有一定的忍耐力。有的研究认为，耐湿品种在湿害条件下叶片气孔一度关闭后，还能重新张开。因此，测定不同品种在这些特性上的差异，可以作为鉴定耐湿性强弱的依据。但由于各个品种的耐湿性机制不同，湿害在各个性状上的反应也不一致。总的来说，作物耐湿性鉴定研究报道尚少。国内外主要是采取人工模拟方法鉴定耐湿性。

田间鉴定法 在田间人工创造湿害条件，如把试验地筑成水稻秧田格式，畦的周围经常保持一层浅水，或把试验地修成倾斜畦，一半干燥，一半湿涝，或用人工灌水的办法提高地下水位。为使供试材料在试验开始时的基础均匀一致，可采用催芽**播种**或**育苗移栽**的办法，并以能否抽穗或结实为指标判断耐湿性强弱。测定产量多采用旱湿田对比法，即根据同一份材料在旱田和湿田的产量，计算出后者占前者的百分率(即相对产量)，比值越大则耐湿性越强。

盆钵水栽法 将供试材料分为两组，每组设若干重复，种于盆钵中。一组土表经常保持一层浅水，另一组为对照，按旱田管理，不淹水。以株高、抽穗数、穗粒数、千粒重等为指标，计算湿害指数(湿害指数$=\frac{\text{旱栽值}-\text{水栽值}}{\text{旱栽值}}\times 100\%$)。湿害指数越小耐湿性越强。此法的优点是便于人工控制淹水的时期和淹水程度，可以长期淹水，也可以在不同生育时期淹水，从而研究植株对湿害的敏感期。据中国江苏省农业科学院的研究，小麦在孕穗后期及开花后10天这两个时期对湿害比较敏感。上海市农业科学院的研究结果认为油菜在开花期受湿害的影响最大。

间接鉴定法 根据与湿害有关的一些形态、生理性状，如通气系统、气孔开闭情况、根系活力、伤流量、发根力、发芽力等作为指标，判断材料耐湿性的强弱。 (薄元嘉)

耐盐性鉴定 (evaluation of salt tolerance) 对作物品种和**种质资源**进行适应盐碱环境能力的评价。世界上盐碱土面积分布很广，鉴定和选用耐盐性强的**品种**，是提高盐碱土地区作物产量水平的重要手段。

耐盐性鉴定的方法因作物和盐碱环境而不同，大体可分为直接鉴定和间接鉴定两类。

直接鉴定法是把供试材料置于天然或人工模拟的盐碱环境中，以无盐碱条件为对照，以发芽能力、生物体各器官生长量、产量、受害症状等为指标，在不同生育期鉴定记载其差异。对于无法定量的性状，采用群体目测分级记载或按个体分级记载后计算受害指数。对于可度量的指标则可计算出相对受害率或耐盐(碱)系数。其公式如下：

$$\text{相对受害率}=\frac{\text{对照数值}-\text{处理数}}{\text{对照数值}}\times 100\%$$

$$\text{耐盐系数}=\frac{\text{处理产量}}{\text{对照产量}}\times 100\%$$

间接鉴定法是以一些生理生化特性为指标，间接判断供测材料的耐盐性。如脯氨酸、甜菜碱、清蛋白、硼含量测定法，电解质外渗电导法，质壁分离法，水势法，叶绿蛋白损伤法，电溶法等。

在鉴定筛选大批量材料时，一般以直接鉴定为主。以大麦为例说明耐盐性鉴定和记载的具体方法：

发芽期耐盐性鉴定 每个供试材料选取饱满种子300粒，分别放入6个垫有滤纸的培养皿中，其中3个培养皿内加入2%氯化钠溶液，另3个培养皿内加入蒸

馏水或自来水作为对照。在20±1℃下放置24小时，将皿中液体大部倒出，存留少量，加盖，7天后计数发芽种子数，再以对照为100，计算出受害率。

苗期及成株耐盐性鉴定　把材料播入强砂性土壤中。播前采取淡水洗盐，精细整地，筑畦。在三叶期、拔节期、孕穗期分别用高矿化度的地下水（或海水）和淡水调配成电导率为28～30毫欧的含盐水进行**灌溉**处理，灌后5天按下述记载标准观察记载试验材料群体的耐盐性等级，或按个体记载后计算受害指数，再按指数大小划分耐盐性等级。

大麦耐盐性记载标准

等级	群体受害状况	个体受害状况
0	生长正常，无受害症状	生长正常，无受害症状
1	生长基本正常，少数叶片变黄或叶尖青枯	生长基本正常，个别叶尖受害青枯卷缩
2	部分叶片青枯，出现20%以下死株	生长受抑制，40%以下叶面积受害
3	大部分叶片受害，死株率在20～60%之间	40～60%叶面积受害
4	死株率占60～80%	严重受害，绝大部分叶片青枯，或只有心叶呈绿色
5	80%以上植株死亡或接近死亡	全株死亡

盐害指数计算公式：

$$盐害指数(\%)=\frac{\sum C_i N_i}{5N}\times 100\%$$

其中C_i＝苗类值、N_i＝各类苗数、N＝总苗数、5＝最高苗类值。

划分耐盐性级别时以20%为一级，即盐害指数0～20为1级、20～40为2级、……80～100为5级。

世界一些国家在作物耐盐机理和耐盐性鉴定方法等方面，做了大量工作并取得一定成就。美国已经选育出能适应全海水灌溉的大麦品种和番茄品种，他们还采用85%的海水灌溉筛选出一些耐盐性强的小麦品种。**国际水稻研究所**使用导电率为8～10毫欧的盐质水，鉴定出一批耐盐性较强的**水稻**品种或品系。澳大利亚也选育了几个耐盐性强的小麦品种。中国从3万多份粮食作物种质资源中，筛选出耐盐的兰胜、80-85、81-210水稻品种、哈尔滨大麦、文丰7号大豆，以及一些耐盐性较强的小麦、谷子、高粱品种。

（宋景芝）

南麻北植 (growing bast fiber crops with cultivars from lower latitudes)

将低纬度麻区种植的晚熟优良的麻种种子，引种到较高纬度的麻区做纤维栽培的一种增产措施。中国已在**红麻**、**黄麻**、**大麻**、**苘麻**的生产上推广应用，并取得明显的增产效果。

根据植物光周期理论，光照时数的长短，可以促进或抑制植物的生长发育。为此，属于短日性植物的红麻、黄麻、大麻、苘麻的晚熟优良品种，在低纬度麻区繁殖获得的种子，引在高纬度麻区种植，在相同的生长季节内，由于高纬度地区的较长的光照条件，抑制了麻株的发育过程而促进植株营养生长，结果表现植株高大，纤维增产。

在中国，长江流域黄麻产区，从广东引种晚熟的优良黄麻品种，比当地品种增产纤维30%左右；长江流域和黄淮海红麻产区从广东、广西、福建等省（自治区）引种红麻，比当地红麻品种增产30～40%；河北、辽宁、吉林、黑龙江等省苘麻产区，从华北各地引种苘麻比当地苘麻增产纤维30～40%。

南麻北植的植株，常表现为不开花结实，或开花而不结实，或仅收到少量不饱满的种子，必须年年调种。为此，要做好供种与需种地区的种源计划安排，供种单位也要建立良种繁育体系。

南麻北植的技术要点是：①引种的品种需是晚熟优良品种；②南麻北植的植株，纤维达到工艺成熟需要时间长，为了当年沤制，要抢在水温下降前及时收麻沤洗。

（郎续纲）

南斯拉夫诺维萨特大田作物与蔬菜研究所 (Научно-Исследавательский Институт Земледелия и Овощеводства в Нови Саде)

位于南斯拉夫塞尔维亚共和国伏伊伏丁那自治省的首府诺维萨特市。创建于1938年，当时是一个农业试验站。第二次世界大战后，发展成为省级农业科学研究所。1976年与诺维萨特大学农学院大田作物与蔬菜系合并后成立。当时还合并了两个国营农场，一个是以大田作物为主的农场，有1 780公顷土地，生产大田作物、蔬菜、花卉等，还经营种子生产；另一个是以畜牧业为主的牧场，有1 100公顷土地。研究所利用农场条件做试验基地，并设麦类、**玉米**、油料、甜菜、牧草、蔬菜、**啤酒花**和**高粱**7个试验站。

全所设：**小麦**、玉米、油料作物（**大豆**、**向日葵**）、甜菜、蔬菜作物、**烟草**、饲料作物、啤酒花和工业用高粱、植物生理、土壤与农业生态、灌溉、种子检疫、肥料测试、种子繁育等14个研究室。拥有1 000公顷土地。1981年职工700人，其中博士63人，硕士53人，学士200人。

该所已培育出200个新品种，其中小麦65个，玉米45个，向日葵10个，大豆10个，**甜菜**5个，蔬菜15个。育成的品种播种面积占全国总播种面积的比重：小麦70%，杂交玉米35%，向日葵95%。除本国利用外，还为西班牙、罗马尼亚、意大利等10多个国家引种培育出玉米**杂交种**。此外，1977～1980年举办了8期国际

培训班，内容有向日葵、灌溉、大田作物和蔬菜灌溉、养鸡等。每期一般为4个月。 （王文玺）

南斯拉夫泽蒙玉米研究所（Научно-Исследовательский Институт Кукурузы в Земун） 位于贝尔格莱德市郊，建于1946年，原是塞尔维亚共和国的一个综合性农业科研机构，1959年改组为专门研究玉米的研究所。

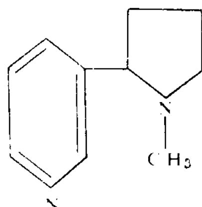
主要研究培育具有高产潜力的玉米杂交种，玉米栽培的最佳体系使在不同条件下获得高产稳产，合理地利用饲料玉米饲喂家畜和进行工业加工。所的最高权力机关是职工大会，所长实行招聘，任期4年。所设组织机构：①科研管理部 负责科研工作，下设遗传育种、植保、栽培技术、生理生化、玉米加工及食用等研究室。②生产部 负责杂交种的推广和种子生产 科技合作部 负责对内、对外的科技合作 ③行政和财务部 负责行政和后勤方面的工作，下设有情报和秘书处

1987年初研究所共有职工约400人，其中博士34人，硕士20人左右 有试验田1 500公顷，在赞比亚有冬季育种试验田2 500公顷 12个实验室，还设有种子干燥加工厂、人工气候室、种子冷藏库等，目前已掌握世界各国玉米品种资源10万份以上。已培育出玉米杂交种179个，除供应本国需要外，还出口到其他国家 培育的玉米杂交种播种面积在南斯拉夫占60%左右，在世界各国的推广面积已达150万公顷以上

（王文玺）

尼古丁（nicotine） 烟草属植物含有的一种植物碱 首先在烟草体内发现，故又名烟碱 性剧毒，能刺激人体和动物末梢神经，小剂量能使中枢神经兴奋、呼吸增强，血压升高；大剂量时发生郁抑和神经系统麻痹 烟碱能使昆虫神经中枢中毒，是一种高效触杀农药

烟草种子中并不存在尼古丁，当种子萌发和成苗后逐渐形成和增多 主要在根系合成，尤以幼嫩根尖部分合成能力最强，在叶片合成的不超过0.5%。据B.珀特(Perter)报道：尼古丁在茎部含量最低，根部和花轴次之，叶部含量最高 在茎部的分布以中部最高，下部次之，上部最少。烟叶中尼古丁分布是自叶基向尖端、自叶脉向边缘逐渐增高 经过打顶的烟株其各片烟叶尼古丁的积累，有自下而上逐渐增加的趋势



尼古丁分子结构图

尼古丁的分子式为$C_{10}H_{14}N_2$，其结构式如图所示 分子中有一个不对称的碳原子。有两种异构体，天然物为左旋体，无色或淡色油状液体，能与水任意混合，在空气中易变深色，常压蒸馏沸点为247℃，具旋光性。一种溶于石油醚，高温易与酸类化合，且易挥发。另一种不溶于石油醚，易与有机酸结合而成为尼古丁盐。 （戴 冕）

泥豆（muddy soybean） 秋大豆的一种类型 大豆种子外被无光泽而有泥膜，如泥色，故名 种子百粒重6克左右，种皮多褐色，种子吸水快，植株矮小，一般30～50厘米，分枝多，生育期120天左右 中国主要分布在浙江、安徽、江西三省南部及福建省北部 南方稻区主要用于作绿肥、饲料和豆酱、豆豉等

中国南方秋季水源不足、不能种植晚稻的水田，在7月中下旬早稻和早中稻收割前半个月左右，先将稻田水排出，留3厘米左右水层，随即撒播，翌日上午将水排干，促进泥豆发芽。早稻收割时，泥豆苗高10厘米左右，中耕除草一二次，11月上中旬收获 泥豆的脂肪含量较低，多为14～16%，蛋白质含量高，一般44～46%，产量较低 与水稻轮作，可培肥地力，调剂劳力 （费家骍）

拟高粱 禾本科高粱属中的一个种，学名*Sorghum propinguum* (Kunth) Hitche，多年生草本 为饲草作物 主要分布于中国福建、广东、广西等地区

须根发达，茎基部多不定根 有根茎，分竖茎和横茎两种，节上着生侧芽。茎秆高1～3米，茎粗0.5～1.5厘米，节上有短毛 分蘖力较强，可达30～40个再生能力强，一年可刈割5～6次 叶较宽大，圆锥花序，有小分枝，无柄小穗无芒，成熟小穗褐色 种子千粒重2.4克左右

喜高温多雨气候，在日平均温度25～35℃时生长旺盛 喜水，多生于河岸或湿地，但亦耐旱，山坡上栽培的拟高粱，在秋季70天无雨的情况下仍能生长 适于生长在pH4～5.5之间疏松的酸性红壤上 耐贫瘠，在有机质极少的红壤上亦能生长 宜春播，每公顷播种量3.5～7.5千克 条播，行距50厘米，播深3～5厘米 也可用根茎和茎秆进行无性繁殖，选粗壮茎秆或根茎每3～4节一段，按行距50厘米，株距30厘米栽植，栽后浇水，即可成活 以根茎越冬，当地温15℃时开始萌发生长，苗期生长缓慢 当株高达100～120厘米时即可刈割 每次刈割后结合灌溉追施速效氮肥 一般夏季每月可刈割一次 全年产青草750～1 500吨/公顷，留种田可在6月至7月和9月至10月两次收获种子 种子成熟后极易脱落，应及时采收，每公顷产种量约375千克

适口性好，适宜刈割青饲、青贮或晒制干草 青饲料中含干物质18.4%，干物质含粗蛋白质11.96%，粗脂肪2.72%，粗纤维28.26%，无氮浸出物16.71%，



灰分10.32%。（苏加楷）

酿酒 (brewing) 谷类、薯类或水果等农产品原料经过微生物（或酶）的发酵作用，制造饮料酒的过程。

中国酿酒技术的起源，可追溯到5 000年以前，在甲骨文中已有"酒"字。游牧时代用兽乳发酵，酿成醴酪。农耕时代发明用发芽谷物酿造醴酒的方法。后来又发明了含酒精量比醴酒更高的曲酒。

曲的起源有种种传说。东晋仁统（公元3世纪）提出"空桑秽饭"的说法，认为曲和酒的起源是遗留在空桑的剩饭，经自然发酵而成的。列熙说"曲朽也，郁之使成衣，朽败也"。认为曲是长霉腐朽的谷物。《齐民要术》中记述的制曲技术已相当进步，有各种不同类型的曲，除了酿酒外，还用于制造酱醋。

酿酒原料一般都用稻谷、小米和其它粮食，虽然原料与制法均不同，但生产的都只是黄酒。直到公元10～11世纪，才发明了蒸馏技术，开始酿造白酒。

公元前192年，张骞引入葡萄酿酒技术，中国开始酿造葡萄酒。唐初，高昌国（吐鲁番）并入中国，一度出现葡萄酒热，唐诗中出现了大量吟咏葡萄酒的诗篇。意大利旅行家马可波罗（13世纪）在他的《中国游记》中写道：太原有许多葡萄园用于酿造葡萄酒。

啤酒在中国是最年轻的酒，1900年沙俄军队入侵沈阳，在八王子设立军用啤酒厂，这是在中国领土上出现的第一个啤酒厂。1903年德国人在青岛设"英德啤酒厂"，为现在青岛啤酒厂的前身。50年代初期，中国尚无喝啤酒的习惯，全国啤酒年总产量不到万吨，1984年则已猛增到近200万吨。不久将成为中国产量最大的酒精饮料。

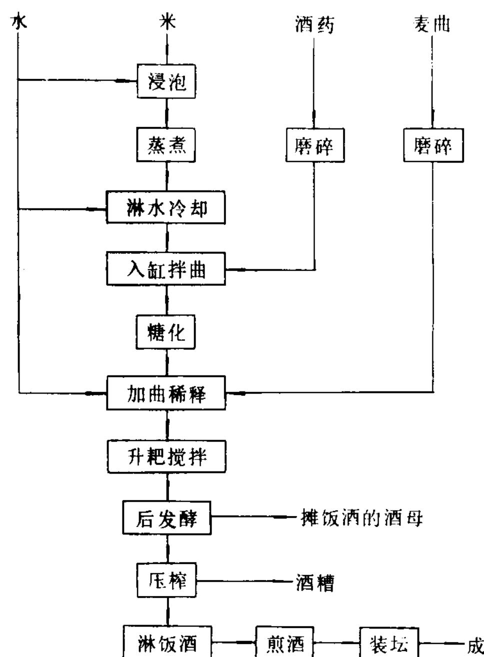


图 1　淋饭酒工艺流程

黄酒　是中国最古老的粮食酒，北方用小米做原料，南方以稻米为原料。通过酒药和麦曲微生物发酵作用而酿成。根据生产方式不同分为淋饭酒、摊饭酒、喂饭酒等三种类型。

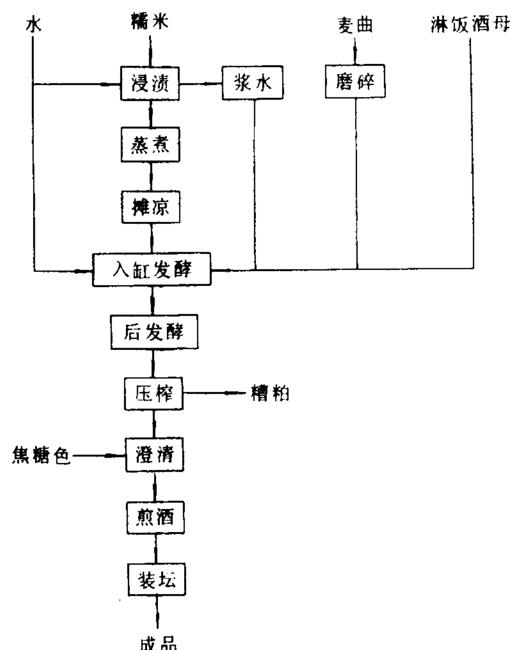


图 2　摊饭酒的工艺流程

淋饭酒　又称土黄或快酒。经过后熟，酒精达容量的15%以上时，即可压榨后出售，或用作酵母。其工艺流程见图1。

摊饭酒　根据原料的配比，摊饭酒有状元红（元红酒）、加饭酒等不同种类，为最有代表性的是绍兴酒。其工艺流程见图2。

喂饭酒　将原料分成几批，第一批制成酒母，以后分批投入新原料。古代曹操的九醖酒，苏东坡"酒经"的三投、五投都是指喂饭的次数。日本清酒用三段投料方法，也是一种喂饭酒。

新工艺黄酒　经过技术革新，黄酒酿造工艺正向机械化与自动化发展，压榨机逐渐取代了杠杆式木榨，发酵容器向大型发展，依靠二氧化碳自身的压力使醪液上下翻动，取代了开耙操作，酒药和麦曲也正在被酶制剂和纯粹培养微生物所代替。用冷冻与空调设备控制发酵温度使黄酒能全年生产。

白酒　是中国蒸馏酒的总称，种类甚多。北方以

元麦(裸大麦)为原料。气候不同，生产工艺和曲的性质也不一样。南方气候暖和用少量酒药接种，即能使微生物繁殖发酵、蒸馏成酒，称为小曲酒。北方寒冷，曲与粮食混合之后,微生物继续繁殖的可能性不大,用高粱、小米、甘薯为原料，南方主要以稻谷、大麦和曲量多达粮食的20%左右，称为大曲酒。由于蒸馏后残糟中尚有淀粉，需再加曲反复发酵蒸馏,提高产量。如山西汾酒发酵蒸馏两次，称为两遍清，废糟尚可作普通白酒原料。贵州茅台酒连续发酵、蒸馏八九次，每次得到的酒风味不同,调合到一定标准供应市场,这种生产工艺称为"有限续楂法"。续楂即继续投料之意,磨碎的粮食原料，北方叫楂子。另一种生产工艺称为无限续楂法，即每天投入一定数量的原料发酵，又排掉同样数量的废楂。

汾酒用陶器缸发酵，酒醅不接触泥土、香味清雅，称为清香型大曲酒。用泥窖发酵的大曲酒，土壤细菌与酒精作用,生成丁酸、己酸等衍生物，香味浓郁，称为浓香型。茅台酒用高温小麦曲,通过"美拉德反应",生成类似酱油香味，称为酱香型大曲酒。实际上各种白酒所含挥发性香味成分大致相同，只是数量多少不同而已，因而出现不同的香型。白酒的工艺流程以汾酒为例见图3：

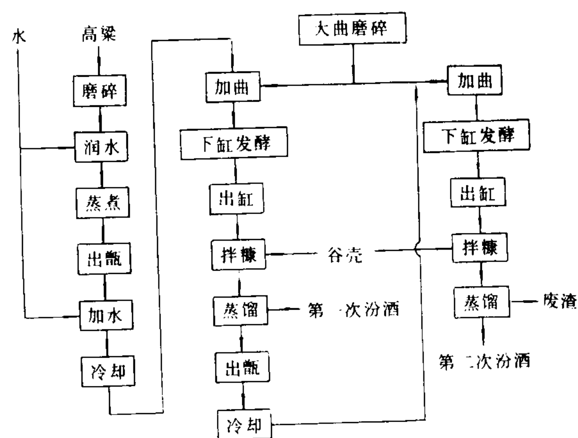


图 3　汾酒工艺流程

葡萄酒　大多数水果都可酿酒,但均不及葡萄。因为葡萄汁含糖分很高，葡萄皮上天然含有酵母，葡萄含有适于酵母发酵的含氮物与矿物质。葡萄汁酸度高,抑制了有害细菌的生长，利于发酵，葡萄酒的高酸度与高酒精度，使它性质稳定，不易变质。

大多数红葡萄，色素在其皮内，连皮发酵时，色素溶解成红葡萄酒。若除去果皮，用无色的果汁发酵则成白葡萄酒。葡萄含糖量随品种、产地、气候及年成不同而异，一般为12～30%，每17%的糖分，发酵可生成10%(容)的酒精，如果葡萄含糖量太低，需加糖或浓缩葡萄汁使糖分达到所需浓度，酒精低于10%(容)的葡萄酒，称为小酒，不易保存。发酵完毕的葡萄酒，根据残糖多少，分成干酒或甜酒。也有在葡萄汁发酵中途添加酒精，制成高浓度酒精的浓甜葡萄酒或强化葡萄酒。中国葡萄酒多数属于这种类型。酿制葡萄酒的工艺流程见图4：

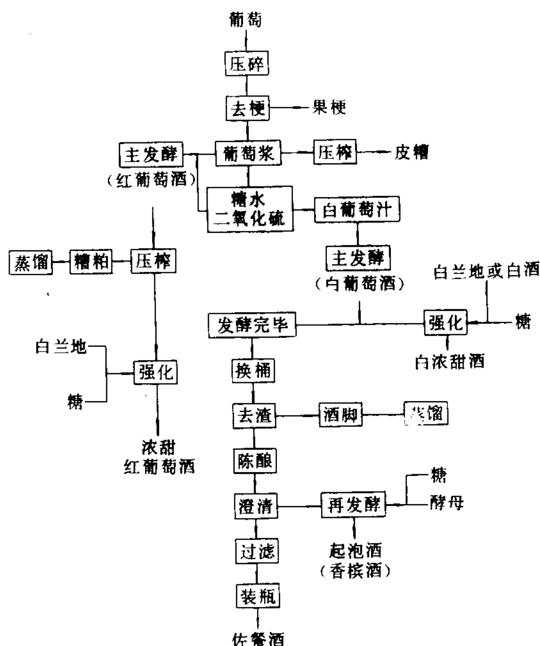


图 4　葡萄酒工艺流程

啤酒　啤酒用大麦芽或加一部分粮谷经糖化，制成麦芽汁再加酒花煮出芳香成分和苦味物质，冷却澄清后用啤酒酵母发酵制成。因为后发酵是在低温密闭容器中进行的，所以发酵生成的二氧化碳保留在啤酒中，饮用时给人以爽快清凉的感觉，为广大饮者所欢迎。

糖化工艺有英国式的浸出法和德国式的煮出法。英国式用上面发酵酵母，制成的啤酒称为上面啤酒。德国式用下面发酵酵母，

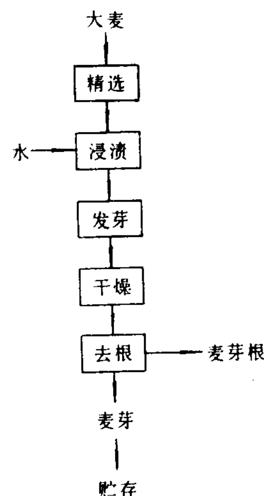


图 5　制麦芽工艺流程

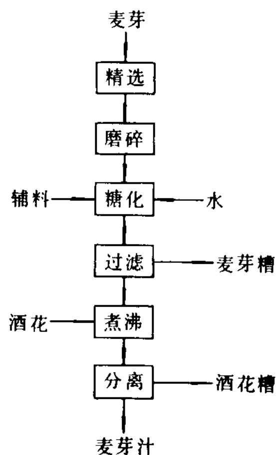


图 6 制麦芽汁工艺流程

成品为下面啤酒。中国生产的几乎全是下面啤酒。生产过程可分为制备麦芽、糖化和发酵三个阶段(见图5、6、7)。

优质二棱大麦或其它优质大麦，经过浸泡、吸足水分，送入发芽室发芽，生成各种酶并使胚乳溶解，待幼芽长到所需长度时，即用低温干燥除去幼根，保存在麦芽仓备用。国外麦芽生产早已专业化，只有极个别啤酒厂自己制备麦芽。

下面啤酒用煮出法制造麦芽汁。糖化车间有糖化、糊化、煮沸、澄清四口锅。麦芽粉碎后加水放在糖化锅糖化，辅料与少量麦芽在糊化锅煮沸一定时间后，回入糖化锅，使糖化温度升高。根据煮沸次数，有二次煮出、三次煮出等。糖化完毕，送入澄清槽或用板框压滤机分离出麦芽汁，进入煮沸锅中加酒花煮沸，冷却除去凝固物，送入发酵室，经过主发酵、后发酵、澄清、过滤，即成生啤酒；经过巴氏杀菌机，制成熟啤酒。

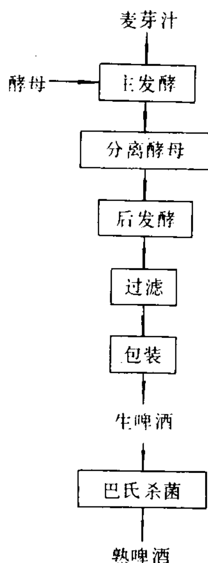


图 7 啤酒发酵、包装工艺流程

(朱宝镛)

宁夏枸杞 (barbary wolfberry) 茄科枸杞属栽培种，学名*Lycium barbarum* L.，多年生灌木或小乔木。别名西枸杞、中宁枸杞。以果(枸杞子)和根皮(地骨皮)入药。中国一千多年前已有栽培。产于宁夏、山西、山东、内蒙古、河北、陕西、甘肃、青海、新疆等省(自治区)。以宁夏产者最为闻名，畅销国内外。欧洲和地中海沿岸国家也种植。同属植物枸杞 *L. chinense* Mill.，同样入药。

宁夏枸杞株高1.6～2米。果枝披散，营养枝略向上斜生，具刺。叶互生或簇生，披针形或椭圆状披针形，全缘，无毛。花单生或簇生于叶腋，花萼钟状，先端2～3深裂，花冠漏斗状，先端5裂，裂片舌形，淡紫红色。浆果多为宽椭圆形，长8～20毫米，直径5～10毫米，红色、桔红色或黄色。种子多数，扁肾形，棕黄色。花果期5月至11月。在水肥充足的条件下，可边开花边结果。



宁夏枸杞

适应性强，耐寒、耐旱、耐肥、耐碱，怕涝。根萌蘖和地上部发枝能力强。实生苗一般2年开始结果，扦插苗当年结果。5～6年后进入盛果期，35～40年后树势渐衰。栽培品种中以麻叶枸杞和大麻叶枸杞最好。

扦插繁殖：于春季萌芽前选一年生枝条，截成15～20厘米长，上端剪成平口，下端削成楔形，按行株距35×15厘米斜插在苗床中。保持土壤湿润，成活后及时除草、治虫、剪除基部的萌生枝条。种子繁殖：5月上中旬在苗床上开1～1.5厘米浅沟，沟距30～35厘米，把用温水泡过一昼夜的种子播入沟内，覆土后稍压实，浇水，盖草保温保湿。10天左右出苗，适当间苗，田间管理同扦插繁殖。春季移栽，按行株距2～3×1.2～2米挖直径和深度各30厘米的穴，施入有机肥，把剪去过长根的幼苗移植于穴内，覆土，踏实，浇水。成活后于当年春从地上部60厘米处去顶，在剪口下10～20厘米处选留5～7个分布均匀的侧枝作主枝。第2年在主枝上留3～4个枝条，于30厘米处短剪。第3年在上年骨干枝上短剪徒长枝约20～30厘米，经5～6年修剪达到树高1.5～2米，树下层冠幅1.2～2米左右。成年树的修剪：春季剪枯枝，夏季及时剪去粗枝干及树冠上的徒长枝，以增加有效结果枝，秋季进行全面修剪，整理树冠，选留良好结果枝，为次年结果打好基础。早春松土，4月底至5月初第一次灌水，用硫酸铵和过磷酸钙混合追肥1次，此后每采1～2次果后，即灌水、追施速效肥或叶面喷肥一次。勤除草和松土。10月底至11月中旬，距根颈20厘米处挖25～30厘米深的环状沟，施入有机肥并灌防冻水1～2次。病虫害有黑果病 *Glomerella cingulate*、木虱 *Trioza* sp.、蚜虫、负泥虫 *Lema decempunctata*、瘿螨 *Aceria macrodonis*、实蝇 *Neoceratitis asiatica* 等。夏、秋季采摘成熟果实，摊开，厚度不超过3厘米，置阴凉处晾干至果皮起皱，再曝晒，

或烘至外皮干硬，筛去果柄，密封贮藏。春、秋季挖取根部，洗净，刺皮晒干。嫩枝和叶可作菜食用。

果实含有甜菜碱(Betaine)、胡罗卜素（Carotene)、抗坏血酸(Ascorbic acid)、烟碱(Nicotine)、硫胺素(Thiamine)、核黄素(Riboflavin)等。药理实验：有降低血糖、胆固醇、血压的作用；增加血清、肝磷脂含量；兴奋神经等作用。味甘，性平。有滋补肝肾、益精明目的功能。用于治疗目昏、眩晕、耳鸣、腰膝酸软、糖尿病等症。根皮味甘，性寒。有益阴凉血、清肺降火之功能。用于治疗阴虚潮热、盗汗、心烦、口渴、咳嗽和咯血等症。（樊天觉）

牛尾草 (meadow fescue)　禾本科狐茅属的一个种，学名*Festuca elatior* L.，多年生草本牧草作物。又名高狐茅、草地狐茅。分布在欧亚两洲的温暖地带。中国分布于华北、东北、中南各省。

株高50～150厘米，茎秆光滑直立；叶片平展，深绿色，质地较粗硬，中脉明显，叶背平滑有光，叶鞘比节间短，叶耳略突出，叶舌小而钝，淡绿色；圆锥花序，直生顶端下垂，长10～20厘米，散开，近基部处分枝生小穗，小穗有花3～13枚，多数为6～8枚，种子小，千粒重1.7克左右（见图）。


牛　尾　草

抗旱，耐湿，耐盐碱。在瘠薄土壤、排水不良的粘土、沼泽地均能生长，第一年生长较慢，第二三年开始盛长。盛长季节，仍保持青绿。分蘖很多，叶片占比例也高。春、秋两季均可播种，以秋季较好，春播当年也可收到少量种子。每公顷播种量15～22.5千克，留种用的，播种量可适当减少。条播行距30～45厘米，每公顷收种子600千克左右；产鲜草30～37.5吨，利用到第二三年可产鲜草45～53吨/公顷。它的生长年限较长，一般可利用6～8年。可作牲畜饲料和鱼饵料利用。适宜与紫花苜蓿或红三叶等豆科牧草混播。干物质中含粗蛋白质12.3%，粗脂肪5.3%，粗纤维25.7%，无氮浸出物47.7%，灰分9.0%。（杨运生）

牛膝　见怀牛膝

农林间作 (intercropping of field crops and trees)　农作物与木本作物相间种植。平原、丘陵农区或林木稀疏的林地，采用以粮食作物为主的农林间作，山区多以林业（枣树）为主进行间作。专用林地仅在幼林阶段间作矮秆粮、油作物，成林后不间作农作物或只间作绿肥、饲料作物。

中国北方地区在泡桐及枣、苹果、梨等果树行间（特别是幼树）多间作绿肥及大豆、花生、甘薯等矮秆作物；南方在柑桔、桑、橡胶树、椰子等幼林行间间作矮秆粮食作物、花生、绿肥作物等。其中，枣粮、枣棉间作盛行于河北、山东以及河南、陕西等主要产枣地区。泡桐与粮食间作广泛分布于河南、山东等省的一些地区，间作的粮食作物主要是小麦、甘薯、玉米等。南方的桑树常与小麦、蚕豆、绿肥作物等间作。

农林间作，在收获林果产品的同时，增收粮食或经济作物，增加了经济收益；间种的绿肥或饲草有利于发展畜牧业，还利于恢复地力，增加地面覆盖，可减轻水蚀、风蚀。另一方面，通过对间作中的农作物施肥、灌水，还可提高幼林成活率以及林木的生长速度和产品质量。但是，农林间作也存在种间矛盾，主要是乔木树冠对农作物的遮荫。同时农作物的根部对水肥的竞争力也小于林木。因此实行以农为主的农林间作，除注意树种的生态适应性以外，要选用适宜于间作的树种，如具有树冠小，透光度大，根系分散和入土深等特点。掌握栽树的适当密度；选用较耐荫的作物种类和品种；对处于树冠附近的作物增施水肥等。

（李凤超）

《农学报》 (Journal of Agricultural Science)　清光绪二十三年四月（1897年5月）创刊于上海，是中国最早传播农业科学知识的刊物，也是中国首创的专业科技期刊。初为半月刊，次年改为旬刊，共出版315期，至光绪三十一年十二月（1905年1月）停刊。

《农学报》是戊戌变法维新高潮中的产物，由上海农学会译印，创刊号上有梁启超撰写的《序》（发刊词）。主持人为罗振玉。戊戌政变后，得到官方资助。

《农学报》的宗旨是介绍当代农业科学知识，宣传提倡农业新技术。大宗稿件为译文，主要是教科书一类教材和选自日本、欧美农学报刊的科技成果、实用技术。同时也刊登国内树艺养殖传统经验和各省农情。发表文章中有“种稻改良法”，“种玉蜀黍新法”、“美国种棉述要”，“麻产述略”、“日本烟草之统计”等，此外还有调查报告，多为介绍中国特产情况。由于当时国内尚无农业科学研究机构，因此无试验报告刊载。除技术性文章外，尚有“农会博议”、“文篇”、“论旨恭

录"、"奏折录要"、"告示录要"等栏目，反映当时士大夫对发展农业的意见、政府的农业政策及劝农措施等。

《农学报》用连史纸单面石印，对折后线装成册。每期约20页，2万字左右。读者对象主要为地方官吏、学院师生等，每期发行4 000份。

《农学报》出版对中国现代农业科学有一定的启蒙作用。（朱先立）

《农艺期刊》(Agronomy Journal) 英文，美国农艺学会(American Society of Agronomy)会刊，创始于1908年。主要刊登作物栽培、生理、生态、杂草、土壤肥料、农业气象等方面的科研结果。每逢单月出版，每年6期一卷，每卷约1 000页，大16开本，在美国麦迪逊(Madison)印行。（卜慕华）

农作物(field crops) 一般指在大田栽培下收获供人类食用，或作工业原料用的作物。又称农艺作物、大田作物，俗称庄稼。在古农书中称为"禾稼"。《诗经·豳风》有"十月纳禾稼"的诗句。"作物"这个词是从日语转借而来，20世纪初在中国农业文献中开始引用，随后逐渐普及。广义的农作物包括所有栽培植物（如大田作物，果树，蔬菜，观赏、药用植物，林木等），狭义指以粮、棉、油为主的大田作物（如水稻、麦、棉、玉米、大豆、杂粮、油料、糖料、烟、茶、桑、麻、药材等农作物），以及绿肥、饲料和牧草作物。

种类 栽培作物究竟有多少种，各国学者的看法不一，或说有二三万种，或说有三四千种。但其中大部分为花卉、药用植物、林木、蔬菜及饲料绿肥作物。属于大面积种植的不过200多种。据A.德坎多(de Candolle)调查，大规模栽培的作物约为247种。事实上，广泛栽培的农作物仅几十种。随着农业生产和科学技术的发展，有些作物被淘汰，有些新驯化或新合成的作物将会出现。

重要农作物如**水稻**、**小麦**、**大麦**、**燕麦**、**黑麦**、**玉米**、**高粱**、**粟**、**甘蔗**等均属于禾本科。**大豆**、**花生**、**豌豆**、**蚕豆**、**豇豆**、**苜蓿**、**紫云英**等则属于豆科。其他如**马铃薯**、**烟草**属茄科，**棉花**属锦葵科，**油菜**属十字花科，**甘薯**属旋花科，**甜菜**属藜科，**黄麻**属椴树科等。

按生长季节划分：有冬作物和春作物。冬作物为秋冬季节播种，次年夏季收获，因此又称夏收作物，如冬小麦、蚕豆、油菜等。春作物为春夏季播种，秋冬季收获，因此又称秋收作物，如水稻、大豆、棉花等。

按生长年限划分有：一年生、二年生和多年生作物。一年生作物为当年播种，当年收获，水稻、棉花、大豆等属此类；二年生作物也称越年生作物，为第一年种植，第二年收获，如小麦、油菜、蚕豆，甜菜等。多年生作物有苎麻、茶树等。

按生长条件划分有：旱地作物和水田作物。旱地作物有小麦、玉米、棉花、大豆等，水田作物有水稻。

粮食作物 包括谷类作物、薯类作物或豆类作物，亦称食用作物。

谷类作物 包括水稻、小麦、玉米、大麦、燕麦、黑麦、高粱、粟等禾本科作物。籽粒含有丰富淀粉，蛋白质、脂肪含量较少，干燥后易于贮藏和运输。

薯类作物 包括甘薯、薯芋、马铃薯等。是以膨大地下根或地下茎作食用，含有丰富的淀粉，但因含水分多，不便贮藏和运输。

豆类作物 包括大豆、蚕豆、豌豆、绿豆等豆科作物，蛋白质含量丰富，并且根部着生根瘤，内有根瘤菌。能固定空气中的游离氮素，作为寄主——豆类作物和本身的养料。

经济作物 亦称工业原料作物或特用作物、技术作物。这类作物的收获物经过加工、调制才能供工业使用。按其用途可分为：①纤维类作物。包括**棉花**、**黄麻**、**红麻**、**大麻**、**苘麻**、**亚麻**、剑麻、席草等，主要为纺织、编织、制绳索等提供原料。②油料作物。包括**花生**、油菜籽、**芝麻**、**向日葵**等，主要用于榨取油脂。③**糖**料作物。包括**甘蔗**、**甜菜**等，以制糖为主要用途。④饮料作物。包括茶叶、**咖啡**、**可可**等，含有咖啡碱，有刺激和兴奋神经的作用，以之制为饮料。⑤药用作物。包括**当归**、**人参**、**贝母**、**黄连**、**除虫菊**等。本类作物的某一部分（根、茎、叶、花）或全体，含有某种有效成分——植物碱，其产品可供医药或杀虫用。烟草原划为嗜好作物类，因其中含有尼古丁碱，人吸之有兴奋作用，但具有麻醉作用，因此也可放入此类。⑥染料作物。包括**蓝靛**、**番红花**等，其根、茎、叶或花所含色素，可提炼供染色用。⑦香料作物。包括**香茅草**、**薄荷**、玫瑰等，其全部或一部分产生可挥发芳香气味的挥发油成分，可供制香料用。

饲料与绿肥作物 供畜禽饲用和直接肥田为目的而种植的作物。①饲料作物。整个植株或茎叶、籽粒、块茎、块根可作家畜饲料，亦称饲草作物或饲用作物。包括**苜蓿**、**草木樨**、**紫云英**、**苕子**、**三叶草**等豆科饲料作物，黑麦草、燕麦草、苏丹草等禾本科饲料作物，等等。大麦、燕麦、黑麦、玉米、粟、甘薯等作物，亦常作为饲料栽培。②绿肥作物。凡是作物的茎、叶耕翻土中腐烂能增加土壤肥力的，都可归入绿肥作物类。包括豆科与非豆科两大类。但大多采用带有根瘤能够固定空气中氮素的豆科作物，如苕子、紫云英、黄花苜蓿、草木樨、**柽麻**、**田菁**、**紫穗槐**等，也有把绿豆、豌豆等作绿肥用的。从经济观点来看，应先割下来作饲料，然后利用牲畜粪便肥田，即所谓"过腹还田"。这类作物在其生长期间可以覆盖地面，减少蒸发，控制水土流失，也称为覆土作物或养地作物。

分布 由于地域差异性，作物的分布受着自然和

经济两方面因素的限制。自然因素有温度、无霜期、日照、雨量、地势、土壤等；经济因素方面，包括交通运输、市场需求、经济价值、加工工艺、人们习惯与嗜好等等。

水稻 原属热带作物，现从45°N至30°S之间，皆有栽培。主产国有中国、印度、印度尼西亚、孟加拉国、泰国等。

小麦 分布于广大的温带地区，亚热带、热带的高原地区也有种植。北从阿拉斯加，南至阿根廷都种小麦，亦即30°N～60°N，27°S～40°S广大范围内皆可种植。主产国有中国、苏联、美国、印度、澳大利亚等。

玉米 欧洲至52°N，美洲至54°N，亚洲北至西伯利亚，南部至阿根廷及大洋洲都能种植。主产国有美国、中国、巴西、墨西哥、印度等。

高粱 热带、亚热带、温带皆有种植。主产国有美国、印度、中国、尼日利亚、苏丹等。

大豆 主产区在温带。现在向亚热带、热带发展。主产国有美国、巴西、中国、阿根廷、加拿大等。

棉花 为热带及亚热带作物，现在温带亦有大量种植，广泛分布于45°N至54°S之间。主产国有中国、苏联、美国、印度、巴基斯坦等。

甘薯 原产热带，现在温带也多种植。主产国有中国、印度尼西亚、越南、菲律宾、印度等。

马铃薯 多数种植在寒温带至中温带。主产国有苏联、波兰、中国、美国、民主德国等。

花生 原产热带，但温带地区亦广为种植。主产国有中国、印度、尼日利亚、塞内加尔、美国等。

甘蔗 为适宜生长在热带和亚热带的作物，现在从37°N至30°S之间都有种植。主产国有印度、巴西、古巴、墨西哥、中国等。

甜菜 为适宜温带生长的作物。主产国有苏联、法国、美国、联邦德国、波兰等。

黄麻 多种植在热带、亚热带。主产国有印度、中国、孟加拉、泰国、巴西等。

烟草 原产美洲热带地区，现在亚热带及温带都有种植。主产国有中国、美国、印度、巴西、苏联等。

生产 人类和一切动物，都需要一定的有机物为食物，以维持其生命。而这些有机物的产生，都依赖于绿色作物的光合作用，即在光照条件下将无机物、水及二氧化碳合成有机物——碳水化合物，然后再合成各种重要的有机产物。因此，农作物生产即种植业，通常称作第一性生产。农作物生产的丰歉，直接关系人类生活和社会繁荣。

世界生产概况 世界农作物生产以粮食作物为首要，就播种面积来说，以小麦居第一位，其次为水稻，再次为玉米、大麦、大豆、高粱、粟类、薯类等；经济作物则以棉花为首，其次为花生、油菜籽、向日葵、黄麻、甘蔗、甜菜、烟草等。自20世纪中期以来，世界主要农作物的播种面积，以大豆、油菜籽、甘蔗、甜菜、向日葵等增加最多，都扩大了1倍以上；其次为干菜豆、花生、大麦、烟叶、玉米、黄麻、水稻等，扩大了40%以上；大麻、黑麦、燕麦、粟类、亚麻、油用亚麻、蚕豆、马铃薯、甘薯的播种面积则有所缩减，其中大麦、黑麦、燕麦的面积减少了一半以上。总产量除大麻、粟类、燕麦、黑麦、油用亚麻、蚕豆有不同程度减少外，其他作物均有增产，其中大豆、油菜籽增长4倍以上，向日葵增长3倍以上，甘蔗、甜菜增长2倍以上，玉米、小麦、大麦、水稻、烟草、干菜豆、籽棉、花生、黄麻类，均增长1倍以上。单位面积产量，除芝麻略有降低外，其他作物都有提高，其中亚麻、小麦、甘薯、玉米、油菜籽、向日葵单产提高一倍以上，大麦、籽棉、水稻、黑麦、大豆、大麻、甜菜也提高50%以上。

中国生产概况 1949年，中华人民共和国成立之时农作物生产水平很低，粮食总产量仅11 318万吨，棉花44.4万吨，油料作物256.3万吨。到1952年粮食总产量为16 390万吨，棉花130.4万吨，油料作物419.3万吨。1978年的粮食总产量则增加到30 475万吨，棉花216.7万吨，油料作物521.8万吨。同1952年相比，粮食增加85.9%，平均年增长率为3.3%；棉花增加66.2%，平均年增长率为2.5%；油料作物增加24.4%，平均年增长率0.9%。但增加幅度与需要相比仍不够大。1978年以来，农作物生产发展较快，1984年各项作物产量都创历史最高水平，粮食总产量达到40 730万吨，与1978年相比增长31.5%，平均年增长率为4.7%；棉花总产量达到625.9万吨，比1978年增长1.89倍，平均每年增长68.2万吨；油料作物总产量达到1 191万吨，平均年增长率高达20%。从1949～1984年的35年中播种面积以甜菜、向日葵、烟草、甘蔗、黄红麻增加最多，一般扩大了5倍，有的达10倍以上；油菜籽扩大了1倍以上，花生、棉花、玉米、小麦、水稻、薯类也有扩大。但高粱、粟和其他杂粮的面积，都缩减了一半以上；大豆的面积也有缩减，近几年稍有恢复，但仍低于1945年的水平。总产量除粟、高粱有所减少外，其他作物均有增加，其中甜菜、向日葵、烤烟增长10倍以上，甘蔗、黄红麻、棉花、油菜籽等增长5～10倍小麦、玉米、水稻、花生、薯类等增长1～4倍多。各项作物平均单产普遍提高，其中棉花、小麦、烤烟、黄红麻、玉米、油菜籽、水稻、高粱和其他杂粮作物平均单产都提高了1倍以上(见表)。

分析中国农作物生产发展的特点，主要致力于提高单产。中国由于人多耕地少，且耕地资源有限，随着人口的不断增长，人均占有耕地逐步减少。因此，要增加各项作物的总产量，就必须努力提高单位面积的生产力。此外，还要积极开发利用山地、草原和水面等，使粮食生产和多种经营相互促进，提高农作物产

世界与中国主要农作物生产状况(1982～1984年)

作物	面积(kha)			总产量(kt)			单产(kg/ha)		
	世界	中国	%	世界	中国	%	世界	中国	%
水稻	145 160	33 130	22.8	443 890	169 580	38.2	3 057	5 122	167.5
小麦	233 770	28 860	12.3	500 310	79 220	15.8	2 142	2 745	128.2
玉米	128 020	18 630	14.6	416 240	67 380	16.2	3 243	3 615	111.5
高粱	47 750	2 560	5.4	67 760	7 680	11.3	1 418	2 910	205.2
粟	42 230	3 970	9.4	29 870	7 050	23.6	707	1 770	250.4
薯类*	28 300	9 250	32.7	81 730	28 250	34.6	2 878	3 045	105.8
大豆	51 190	7 760	15.2	87 140	9 500	10.9	1 700	1 230	72.4
花生	18 770	2 350	12.5	19 660	4 230	21.5	1 048	1 800	171.8
油菜籽	13 350	3 730	27.9	15 060	4 720	31.3	1 127	1 260	111.8
芝麻	6 500	870	13.4	2 020	390	19.3	311	450	144.7
向日葵	13 030	850	6.5	15 720	1 440	9.2	1 222	1 695	138.7
棉花	34 080	6 280	18.4	15 620	4 830	30.9	458	765	167.0
黄红麻	2 450	260	10.6	4 060	1 190	29.3	1 661	4 080	245.6
甘蔗	15 400	680	4.4	899 620	35 850	4.0	58 429	52 777	90.3
甜菜	8 910	500	5.6	283 360	8 060	2.8	31 798	15 967	50.2
烤烟	4 310	720	16.7	6 120	1 510	24.7	1 422	2 775	195.1

资料来源：世界为联合国粮农组织统计资料，中国为农牧渔业部《全国农业统计资料》。
*薯类产量按5比1折为干重，包括甘薯与马铃薯。 %为中国与世界之比。

量，还要有相应水平的物质和能量基础，并且要有相应的生产技术和管理技术，提高物质技术装备的效益，以保证整个生产系统的正常运转，从而取得生产力的相应提高。 （黄佩民）

农作物起源与演化 (origin and evolution of field crops) 狭义是指人类最初驯化的植物和地点，广义则指在驯化前由更原始的野生基本种和逐步演化形成为现今作物的历程。农作物的演化极为久远，人类的出现是在100万年以前，农业的历史，估计只有一万多年，但人类具有文字记载的历史，却不过四五千年。所以现在对农作物起源与演化的认识，只是根据考古所得实物资料还不太多的人类和植物的遗迹考证，利用现存植物种类形态、生态的比较与其亲缘关系的观察与实验反证而提出一个大概的轮廓，不可能说得很确凿，甚至还有主观臆断之处。但有的论点，可作为以后不断修订核实的基础。

起源 人类经过漫长的采集生活到达定居时代，对所采集的植物已有一些认识，进而选择其中最有用处和最易生长并便于管理的植物进行栽培。1952年英国的I.H.伯基尔(Burkill)认为，人类选择栽培植物的顺序可能为谷类、豆类、蔬菜类、油料类、根茎类、莓果类、纤维类、木本果类、其他类。谷类作物易种、易收、易于贮藏，不仅种子为良好食物，秸秆可做饲料并有很多用途，无疑为人类最先重视的植物。通过考古及历史也证明，谷类作物驯化栽培的时间很早。当然，各地环境不同，在不同起源地点人类所选植物的顺序不一定完全一致。1968年J.W.珀斯格洛夫(Purseglove)认为在热带潮湿地区根茎植物就可能最先被驯化。

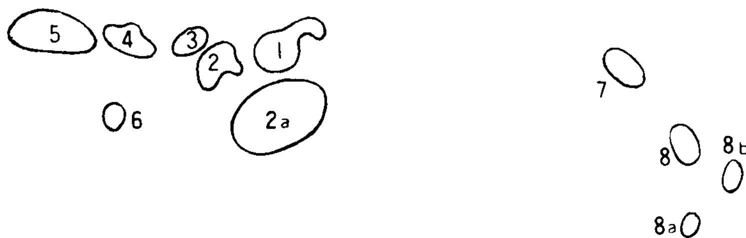


图1 瓦维洛夫八大起源中心
1.中国——东部亚洲；2.印度——热带亚洲，2a.印度 马来亚；3.中亚细亚；4.西部亚洲；5.地中海沿岸及邻近区域；6.埃塞俄比亚；7.墨西哥南部及中美洲；8.南美洲(秘鲁、厄瓜多尔、玻利维亚)，8a.契洛埃岛，8b.巴西—巴拉圭

1926年，苏联的**Н. И. 瓦维洛夫**，根据所采集标本及考察研究结果，提出著名的栽培植物的八大起源中心学说(见图1)。这八大中心彼此为山丘、沙漠、海洋所隔离，农业是独立发展起来的，农具和耕作方法均不相同，每个中心都有不少种作物起源、发展，有各种变异类型，显示出起源植物的丰富多样性。以后，经过人们的进一步研究，补充和发展了瓦维洛夫的观点。1970年 Л. М. 茹科夫斯基(Жуковский)提出了大基因中心的学说，即将全世界作物的变异中心地区，划分为12个大基因中心(见图2)。不仅增加了起源中心地点，而且扩大了中心的范围。这12个中心几乎包括了世界所有的陆地。1982年 M. E. 齐文(Zewen) 认为已不成为中心，应改为12个栽培植物变异区域。在这12个区域内，不仅有的是作物最初被驯化地点，也有的是作物在被引入后又形成隐性基因性状多样化的次生地点。起源中心学说给遗传育种工作者搜集和丰富不同作物基因资源指出了途径，对改进品种并充分利用近缘亲属植物的有益基因起了很大的促进作用。

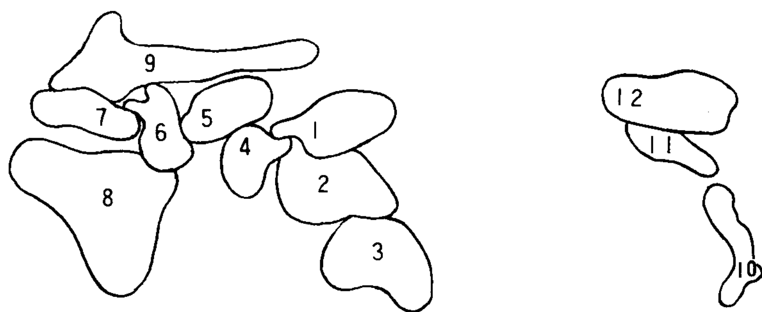


图 2 茹科夫斯基栽培植物十二大基因中心

1.中国-日本；2.印度支那-印度尼西亚；3.澳大利亚；4.印度；5.中亚细亚；6.西亚细亚；7.地中海沿岸及邻近区域；8.非洲；9.欧洲-西伯利亚；10.玻利维亚-秘鲁-智利；11.中美洲和墨西哥；12.北美洲

演化 野生植物被驯化并经过上万年的栽培后，由于环境条件的改变与其他生物自然竞争的减少，营养的增加，人类对所发生能遗传的变异加以有意识或无意识的选择、分离和繁殖，其外形可能与最初驯化时有很大的不同。1960年O. 波留宁(Polunin)等认为作物的进化可在下面几个性状上表现出来：①经人类扩大栽培地区后，为了适应不同的环境而产生不同的生态型。②种子器官由原来在成熟后易散落而成为不易散落。③多年生变为一年生。④由对光周期的极度敏感而趋向迟钝。⑤种子丧失休眠期。⑥由蔓生变为直立。⑦原来的保护器官如刺、毛逐渐消失；原来的保护层或坚韧的表层不再存在。⑧果实或种子由小变大。⑨植株的可食部分更为适口，化学成分也有改变。⑩产生重瓣花朵。⑪丧失对自然界逆境的适应性。⑫丧失对病虫的抵抗力。这些大部分都是趋向于对人类有益的方向发展而为人类所选择保留。但由于人类的保护作用，丧失了对外界严酷条件的适应性。尽管有这些变化，如从细胞遗传学方面来看，还不是超越物种以上的变化，因为这些后代基本上能与其起源祖代植物进行杂交繁育，而物种间一般是具有隔离作用的。

从细胞遗传学上来看作物的演化，是具有更长的时间。在自然的逐渐演化下，发生下列几方面的变化。

基因突变 是植物演化的基础，通过基因突变及其积累而不断产生新的性状。突变现象只是在漫长的时间内偶然发生的，亿万年来在不断地产生着。C. 达尔文(Darwin)指出，栽培植物通过人类对一些有益于人的遗传变异不断加以选择而得到进化，积累微小变异的选择能发生巨大的改变。目前人类虽然可用一些理化因素诱使产生突变，但还不能随心所欲地创造理想性状变异。现在的作物与其野生杂草般的祖先有着明显的不同，是经过成千上万年变异积累的结果。但是这种变异是在等位基因的基础上发生的，其染色体组并未改变，因之彼此间仍可以杂交结实。经过数千年的生长，有的外形变异也很微小。如在中国浙江省河姆渡出土的距今7 000多年的炭化稻粒，与现今的**籼稻**稻粒外形区别似不明显。在河南渑池出土的5 000年前**粳稻**外形也与现在的很相似，说明在新石器时代时稻谷外形已进化到现在的形状。认为系其祖先的多年生稻 *O. rufipogon*。则外形具有明显的野生性状。而它们的染色体均为2n=24，染色体组AA，说明其变异还未影响到染色体结构，两者相互间仍可杂交结实。其他如原产中国的**粟**与狗尾草 *S. viridis* (L.) Beauv.，都是2n=18(AA)；**大豆**与**野生大豆**都是2n=40；原产西亚的栽培**一粒小麦**与野生一粒小麦都是2n=14(AA)；栽培**大麦**与**野生大麦**，都是2n=14(VV)；原产非洲的栽培**高粱**与野生高粱 *S.b.* ssp. *arundinaceum* (Desv.) de Wet. & Har 等，后者均可能为前者的野生祖先，外形已完全不同具有明显的野生性状。但有的野生植物与其相应作物具有相同染色体组却不一定是其直接起源作物，如**黍**(**稷**)与**野糜子**

（野生稷）；向日葵与野向日葵 *H. a.* spp. *annuus* L. 等，根据考证可能只是演化过程中的分支或回交后产生的野生型，但它们之间仍可杂交产生新的结实后代。是彼此间具有较密切亲缘关系的种类。

有的作物在演化过程中，不同地区经过不同选择的后代，能分化成形态完全不同的种类，而其染色体组却完全相同，这就是多态种 Polymorphic species。最明显的例子如甘蓝 *Brassica oleracea* L.，起源植物可能是分布在地中海西岸一带无经济价值的野甘蓝 *B. o.* var. *sylvestris*，由于在不同条件下所形成的突变栽培种，其形态差异很大。如形成叶球的包心菜 *B. o.* var. *capitata* L.；叶腋生小叶球的抱子甘蓝 *B. o.* var. *gemmifera* Zen.；叶球状色暗紫的红甘蓝 *B. o.* var. *rubra* DC.；叶皱缩的皱叶甘蓝 *B. o.* var. *bullata* DC.；地上茎成球茎的茎蓝 *B. o.* var. *caulorapa*；中心生大花球的花椰菜 *B. o.* var. *botrytis* L.；花茎伸长可供食用的花茎甘蓝 var. *italica* Planck.；叶呈羽毛状的羽衣甘蓝 var. *acephala* 等，染色体全是2n＝18(CC)。

基因渗入　天然间近亲的种间杂交后再连续回交所产生的后代，一个亲本的基因能转移到另一个亲本中。1938年美国E.安德森(Anderson)将这种现象名之为基因渗入杂交。1947年美国P.C.曼杰尔斯多夫(Mangelsdorf)根据观察与试验，认为玉米(2n＝20)的起源，最初可能由类蜀黍 *Z. m.* ssp. *mexicana* (Sch.) Iltis (2n＝20)与摩擦禾 *Tripsacum dactyloides* L. (2n＝36)杂交而形成原始玉米，再经过不断回交与基因变异而形成雌雄穗分化性状的近代玉米。又如1972年H.C.斯图茨(Stutz)认为黑麦的形成，可能由山黑麦 *Secale montanum* Guss. 与瓦维洛夫黑麦 *S. vavilovii* Grossh 杂交，基因相互渗入而形成原始黑麦再演化而成栽培黑麦的。这种基因渗入的植物经过人类选择后常形成与祖代不同的新种，但与祖代植物仍具有杂交结实的可能性。人工引致基因渗入而形成新的品系，如中国李振声利用长穗偃麦草 *Agropyron elongatum* (Host) Bueav. 与**普通小麦**杂交而形成渗入长穗偃麦草性状的小偃系列品系。

基因重组　在种内如不同亚种、生态种或变种之间发生天然杂交。根据孟德尔的基因分离、独立分配定律的解释，两亲本的基因可通过配子重新自由组合。由于基因数量很多，对表现型作用也各不相同，基本上为一因一效，但也有的多因一效，或一因多效，基因间也有互补、累加或抑制作用。因而杂交后代不仅能将亲代性状交融于一起，也可产生新的变异。这是植物导致变异最普遍的来源。在历时久远的自然界中通过基因重组形成多种变异性状。现代育种技术，基本上是采用品种间杂交来获取更优良的新品种，已取得明显的进展，如由天然遗留下来的高秆、感病、落粒、小穗、小果的品种改进成矮秆、抗病、不易落粒、大穗大果品种，一般只经过十余年至数十年的时期，而在自然界则须经过数百、成千年的演化过程。通过基因重组，其后代比祖代进化，但仍保持原来的物种。

多倍性植物　在演化过程中其染色体比原来的染色体数成倍地增加，这种变化名为多倍性，形成的后代为多倍体。多倍体的形成，已构成新物种产生的条件，在作物进化中起了重要作用。

同源多倍体　自花授粉或染色体组相同的种内植物发生天然杂交时，在有丝分裂时发生不正常现象，造成核融合后不分裂或配子染色体未减半即配合等原因，形成同源染色体的加倍现象。如原产中美洲的甘薯 *Ipomoea batatas* (L.) Poir。2n＝90(BBBBBB)，据信为无食用价值的三裂叶野甘薯 *I. trifida* (HBK) G. Don。2n＝30(BB)，所形成的同源六倍体。原产中亚的苜蓿 Medicago *Sativa* L.。除有二倍体2n＝16(SS)外，同时有四倍体2n＝32(SSSS)。同源多倍体与二倍体外形相似但较硕大厚实，无性繁殖常能稳定保持其遗传性，在有性杂交后常易回复到二倍体，并形成与多倍体并存的综合体。人工诱致同源多倍体，其后代结实率常不高而籽粒不饱满，比较成功的同源四倍体作物有三叶草、黑麦、荞麦等。

异源多倍体　由不同种属间植物天然杂交，将不同的染色体组综合在一起而形成一个新种是异源多倍体。这是植物演进的一个重要途径，很多重要作物属于这一类型。如同原产中亚的**普通小麦**。2n＝42(AABBDD)，是异源六倍体，其来源认为系野生二粒小麦亚种 *T. turgidum* ssp. *dicoccoides* (Körn) Thell.，2n＝28(AABB)与节节麦 *Aegilops squarrosa* L.，2n＝14(DD)间天然组成的多倍体。野生二粒小麦同样也是异源多倍体，其基本种之一也就是染色体组A的来源是野生一粒小麦亚种 *T. monococoum* ssp. *boeoticum* (Boiss.) M. K.，2n＝14(AA)。至于染色体组B的来源则至今未能确定。根据考证，野生二粒小麦的形成地点可能在黑海南岸，时期距今10万年以上，然后在外高加索一带形成六倍体普通小麦。是人类最古老驯化植物之一。棉花栽培历史也很久远，种类很多，重要的有原产亚洲一带的**草棉** 2n＝26(AA)，还有原产非洲或印度的树棉 *Gossypium arboreum* L.，2n＝26(A_2A_2)等。驯化时间均在距今四五千年前，而目前栽培面积最广的**陆地棉**2n＝52(AADD)则为异源四倍体，其起源地在中美洲，组成陆地棉的基本种，其染色体组D可能来自秘鲁棉 *G. raimondii* Ulbr. 2n＝26(DD)，而A则可能为远在亚非的草棉或树棉，何时何地形成陆地棉以及另一异源多倍体**海岛棉**2n＝52(AADD)，则尚待考证。据在墨西哥考古发现，距今五千年前陆地棉已存在。

染色体数不同的组也能组成异源多倍体。芸薹属

植物有3个基本种，其祖代分别为原产欧亚一带的野油菜 *Brassica campestris* ssp. *sylvestris* (L.) Jan.，2n＝20（AA）和黑芥 *B. nigra* (L.) Koch，2n＝16（BB）以及原产欧洲的野甘蓝，2n＝18（CC）。此3个基本种天然相互杂交而形成3种异源多倍体。在亚洲形成的芥菜 *B. juncea* (L.) Czern. & Coss, 2n＝36（AABB）；在欧洲形成的欧洲油菜 *B. napus* L.，2n＝38（AACC）；在非洲形成的埃塞俄比亚芥 *B. carinata* Braun，2n＝34（BBCC）。基本种与复合种经长期相互杂交与变异，而形成极为丰富的芸薹属作物

区段异源多倍体　两个基本种近缘，但染色体组仅区段同源，形成复合多倍体后，染色体在减数分裂时，仅同源染色体发生联会而异源区段则不能联会，常造成部分不孕。染色体组符号常用 $A_1A_1A_2A_2$ 来表示。如原产南美的安第斯马铃薯 *Solanum tuberosum* L. group Andigena，2n＝48（$A_1A_1A_2A_2$），其基本种可能为高山薯 S. t. group Stenotomum，2n＝24，或低地薯 S. t. group Phureja，但如安第斯种分离成二倍体则交配不孕，在有丝分裂时进行镜检，见染色体不能完全联会，有的形成桥状结构说明其染色体组不完全相同。区段异源多倍体可通过无性繁殖保存，经有性交配后后代常不稳定，根据异源区段的多少可转化为同源或异源多倍体或二倍体。

同异源多倍体　既包含有同源多倍体同时还包含异源多倍体的植物。其倍数均在六倍体以上。如原产北美洲的菊芋 *Helianthus tuberosus* L. 为同异源六倍体，2n＝102(AtAtAtAtBtBt)，染色体组 Bt 可能与向日葵 *H. annuus* L.，2n＝34 (BaBa) 有关，而 At 则可能来自另外的向日葵属植物。原产亚欧一带的梯牧草 *Phleum pratense* L.，2n＝42（NN AA AA），其染色体组N来自节节梯牧草 *P. nodosum* L.，2n＝14（NN），而染色体组A则来自高山梯牧草 2n＝28（AAAA）。

不规则倍性及非整倍体　植物经过杂交，其后代呈现不同倍数或不成倍数的染色体，通过无性繁殖而保留，为植物进化的另一途径。如原产东南亚热带的高贵种糖用甘蔗 *Saccharum officinarum* L.，其染色体数2n＝80～125，既具有异源多倍体，又具有非整倍体。其产生的来源较复杂，一般认为系原在巴布亚新几内亚生长的无甜汁的野生大茎蔗 *S. robustum* Brandes. Jeswiet. ex Gra. 2n＝60、80，与一些近缘种如五节芒 *Miscanthus floridulus* (Lab) Warb.，2n＝38，中国芒 *M. sinensis* And，2n＝76，割手密 *S. spontaneum* L.，2n＝40～96 等种的基因渗入，而形成甜汁高产的高贵种。原产中国的竹蔗或芦蔗，2n＝106～120，原定名为 *S. sinensis* Roxb.，后归入高贵种的中国组，其形成可能有蔗花芒 *Miscanthus sacchariflorus* (Max.) Hack。2n＝76，及中国割手密，2n＝96的基因渗入。高贵种的形成，考证在距今约2 700年时，原产马来西亚的香蕉 Musa，食用种染色体组有二倍、三倍、四倍不同，2n＝22、33、44，染色体组A来自尖叶蕉 *M. acuminata* Col.，2n＝22（AA），染色体组B来自 *M. balbisiana* Col.，2n＝22（BB），经天然杂交后组成各种栽培种 AA、AB、AAA、AAB、ABB、ABBB 等倍体类型。薯蓣属 *Dioscorea* 植物染色体倍数也很不稳定，如原产亚非热带的黄独 *D. bulbifera* L.，2n＝36、40、54、60、80、100等，黄薯蓣 *D. cayenensis* Lam.，2n＝36、54、60、80、140等，葱属 *Allium* 植物染色体变异也很多。如在欧洲驯化的胡蒜 *A. scorodoprasum* L.，染色体2n＝16～49，原产中国的藠头 *A. chinense* Don.，2n＝16、24、32，都以一种综合体形式在一起生长

非染色体遗传　以上所介绍的都属于核内染色体或染色体组的遗传变异而引致的演化。实际在核外(extranuclear)如植物细胞质中的质体(plastid)及线粒体(mitochondria)同样存在着可以遗传的基因，在遗传上也能引起外形的变异并导致进化的因素。据目前所知，核外基因主要导致色素和形成酶的遗传。在酶的产生方面，试验证明很多植物都在线粒体中进行，与染色体产生酶的基因共同形成完整的酶的体系。此外细胞质中还发现有雄性不育基因，与染色体中的不育基因共同起作用形成雄性不育植株，可利用产生杂交种子的优势后代。

非染色体遗传虽然在植物演化中能起一定作用，但了解还是非常有限的。

植物的演化是长期演变的缓慢过程，由于遗传质的变异而影响到表现型的改变，一般讲是由简单趋向复杂，通过自然因素的改变和人为选留而适应生存下来，形成目前丰富多彩的现代作物。人类掌握了植物遗传变异和演进原理，利用育种和生物技术，便能使作物更迅速地进化，以不断满足人类的需要。

（卜慕华）

《农作物生物学分册》（*Реферативный Журнал Серия Биология Сельскохозяйственных Растений*）　为文摘性系列刊物，多为长文摘，读者对象以中级农业科技人员为主。各分册尚无索引。

长期以来作物文摘以期刊居多，个别用图书的形式出版专题累积文摘者也有。如若及时掌握信息，以苏联的《文摘情报》为佳。CAB 文摘的索引比较完善，而且有磁带，用电子计算机检索和手工检索都很适合。

（吴泽宜）

农作物学 (crop science)　是研究农作物的

形态、生理、遗传与育种、栽培技术、病虫害防治、生产经济等方面的科学。通常称为作物学。其基本任务是：探讨农作物的起源、分布和分类；研究作物本身的特征特性，阐明其生长发育与环境条件的关系；了解限制农作物生产的诸因素及其与产量形成的相互关系；改良农作物品种，提高产量、改善品质以及开拓农作物产品的利用途径及加工工艺技术等方面的内容。

中国历代学者编著的农书，主要是对农作物栽培的实践总结。北魏贾思勰著《齐民要术》，是中国现存最早而完整、丰富的一部古农书。其中谷物的栽培，涉及农作物的耕作、品种、播种、施肥、管理、收获及贮藏等；全书尚有蔬菜、果树、林木以及其它作物（如纤维作物、染料作物、花卉等）；书中引证了目前已失传的一部农学专著《氾胜之书》（公元前32年～前7年）的许多重要内容，记述了中国2 000年以前黄河流域的旱农技术措施及其原理。此外，尚有元代《农桑辑要》（1273）、《王祯农书》（1313）收集并总结了公元6世纪到13世纪之间黄河流域旱农和江南水田精耕细作的生产经验，对农业起源和历史，农作物、蔬菜、瓜果、竹木等的品种及种植法，以及各种农机具的构造、来源、演变和用法等，都作了详尽的阐述。明代《救荒本草》（1406），英国李约瑟博士认为是以野生植物作为食用的一部杰作，西方国家到18世纪才有类似著作。徐光启编著的《农政全书》（1628），则集历代古农书中专著的大成。以上五部著作，被农史家称为"中国五大农书"。

1949年以前，在中国出版的农作物学专著有《中国作物论》（原颂周编著，1931）、《四十五大作物论》（颜伦泽编著，1931）、《实用小麦论》（金善宝编著，1935）、《稻作学》（彭先泽编著，1936）、《中国食用作物》（孙醒东编著，1937）、《工艺作物》（顾华孙编著，1947）等。这些作物学专著的内容，涉及有关作物的重要性、分类、起源、形态、品种、生长发育以及栽培技术等。1949年以后，中国沿引苏联《作物栽培学》的体系，陆续出版了各种农作物的《作物栽培学》，内容与1949年以前出版的作物学相比，减少了栽培原理方面的内容，加强了栽培技术的阐述。以后又出版了各种作物的专著，60年代出版的有《中国水稻栽培学》、《中国小麦栽培学》、《中国小麦品种志》、《中国棉花栽培学》、《中国甘蔗栽培学》、《热带作物栽培学》等。80年代又出版了《中国小麦品种及其系谱》、《中国稻作学》以及各种作物的品种志、栽培学、育种学达30多种。与此同时台湾省也出版了《作稻育种之原理与实施》等。这些著作普遍加强了生物学基础知识内容，栽培技术仍占重要地位，同时补充了国内外作物科学研究所取得的新成果、新进展。

农作物学一般分通论和各论两个部分。通论涉及作物学各分支学科，可从作物育种、作物生理、栽培方法等方面区分；各论按农作物的性质、用途等设置不同专业学科，如稻作学、麦作学、棉作学、油料作物、糖料作物、薯类作物、饲用作物、香料作物、药用作物等等不同学科。这些分法仍不尽完善，迄今国内外尚无统一的科学划分方法，说明农作物这门学科尚在发展之中。今后这些学科相辅相成、互相渗透，对作物科学的发展将起促进作用。

作物学主要是研究农作物生产中具有共同性的基础理论与应用问题，但也涉及与其他自然科学和农业科学的相互关系。它是以有关自然科学（数学、物理、化学、生物学、气候学和地理学等基础科学）和农业科学作为基础的，它的学科体系包括以下主要内容：农作物的分类系统、形态解剖、生长发育和器官建成及其调控原理；农作物的常态生理和逆境生理；农作物产量构成因素的分析及其调控；化学控制的机理及其在作物生产中的应用；农作物生产与各种土壤因素（物理的、化学的和微生物的）、气象因素（温、光、水、气等）和生物因素（菌、虫、鸟兽、杂草等）的关系，以及各种农作物之间的相互关系（轮作复种、作物布局、品种搭配等）；新作物的引进和野生植物的驯化；农作物的世界分布；农产品的加工利用等。

70年代以来，随着基础学科和边缘学科的发展，特别是细胞遗传学、植物生理学、植物生物化学、植物生态学、农业系统工程学、农业种植区划以及电子计算机在作物科学中的应用等学科的发展和渗透，作物学一面向纵深发展，一面向横向扩展，使作物学的研究方法，从早期采用外部形态学和内部解剖学的研究方法，和中期的生理学和化学的研究方法，发展到近期的生态学和系统工程学的研究方法，即由宏观到微观，又转向宏观与微观相结合的研究方法，相互影响，相互渗透，从而由致力于作物营养、呼吸、代谢、同化、生长、发育等的机制以及调节这些机制的激素等方面的研究，转向研究在田间生态条件和各种生产因素综合作用下的作物生长发育与产量形成的数学模式，以及高产模式化栽培技术；在改进品种中，则由群体选择、基因交换、杂种优势利用，进入遗传工程等与生态条件、栽培技术密切结合，不断提高作物产量和改善品质。显然，这种不同阶段的发展更加丰富和充实了作物学的研究内容和研究方法，作物学必将成为富有活力和内容丰富的一个农业科学分支学科。

（刘后利）

糯稻（glutinous rice） 米粒淀粉中只含枝链淀粉或很少含直链淀粉的水稻类型。糯稻是由粘稻经单基因隐性突变而形成的在淀粉组成上的变异型，其米粒未干时呈半透明，与粘稻无异，但干燥后即呈现不透明的乳白色，这是由于胚乳细胞中产生的微气泡在细胞壁表面形成光散射所引起的。糯米淀粉吸碘性

小，遇0.3%的碘—碘化钾溶液呈红褐色反应。糯稻花粉粒中的淀粉也不含或很少含直链淀粉，遇碘—碘化钾溶液也呈红褐色。糯稻比秥稻的粘性强（见秥稻），一般又以粳糯（大糯）强于籼糯（小糯）。糯米胶稠度软，糊化温度低，煮出的饭湿并粘结成团，胀性小。有些糯稻品种谷粒较大，果皮带有色素。在食品工业中，制作米粉丝和加工膨化食品，需要高直链淀粉的籼米，而酿制黄酒则需要不含直链淀粉的糯米。食用糯米和酿酒糯米的要求也不相同，食用糯米要求口味好，粘度高，米粒紧实，蛋白质、脂肪含量高；酿酒糯米要求粒大、质松，蛋白质、脂肪含量低，吸水性大，加工精米率高，碎米少的品种。糯米还作为制作糕点的原料，少数地区作为主食用。中国糯稻栽培只占稻总面积的10%左右。（申宗坦）

糯玉米　见玉米类型

O

沤麻 (retting for bast fibers)　获得麻纤维的初加工技术。分水浸和雨露沤麻两种。水浸沤麻，是将收割的麻株或剥下的麻皮，浸泡于水中，进行发酵，以获其中之纤维。雨露沤麻是将收获的麻株平铺于田间，通过雨露浸润发酵制纤。

沤麻是一种微生物发酵过程。在水浸发酵中起主要作用的是细菌，尤其以芽孢杆菌最为活跃，如厌氧性的费地梭菌*Clostridium felsineus*、酪酸梭菌 *Clostridium butyricum* 和蚀果胶梭菌*Clostridium pectinovorum*；需氧性的枯草芽孢杆菌 *Bacillus subtilis*、多粘芽孢杆菌*Bacillus polymyxa* 和浸麻芽孢杆菌*Bacillus macerans* 等。在露浸发酵中真菌起主要作用，如蜡叶芽枝霉*Cladosporium herbarum*、细极链格孢*Alternaria tenuissima*、亚麻刺盘孢*Colletotrichum lini* 等，细菌居次。这些微生物均能产生果胶酶，沤麻就是利用这种酶的分解果胶能力，使纤维细胞(或纤维细胞束)与其周围的薄壁组织之间失去粘连而分开，故又称沤麻为脱胶。

沤麻经过物理、生物和机械三个过程。物理过程主要使麻茎(皮)、麻叶吸水膨胀、可溶物和色素的溶出，时间约6～12小时。之后进入生物过程，先是好氧果胶分解菌及辅助菌系活动，分解部分果胶并耗去水中的氧气，生成有机酸和二氧化碳等物质；接着厌氧果胶分解菌繁殖起来，它们的强烈发酵作用使薄壁组织、韧皮射线以及茎的表皮彻底腐解，将纤维分离出来，这一阶段主要分解产物有乙酸、丁酸、丁醇、丙酮、二氧化碳、氢、硫化氢和甲烷等。机械过程是在生物过程结束后对纤维进行漂洗，以除净粘附在纤维上的残留物，从而获得松散柔软的纤维。

水浸沤麻是利用天然水源(沟、塘、江河、湖泊等)或人造沤麻池进行沤麻。适于韧皮纤维作物的有"整株沤洗"、"剥皮沤洗"和"两浸一洗"之分。"整株沤洗"法即在收割后将麻株去叶扎成适当大小的麻捆，放入水中再连结成麻排浸沤。整株沤洗法广泛用于黄麻、红麻、苘麻、大麻和亚麻的纤维加工。"剥皮沤洗"法即先剥下麻皮(俗称生皮)，再扎把沤于水中。浙江、广东、福建、山东、台湾等省多采用。"两浸一洗"法即先行整株沤洗，至半脱胶状态捞出剥皮，再将麻皮扎把重新浸入水中沤至完全脱胶。叶纤维作物，一般先将叶片打碎或用石碾压榨后，将叶片捆成束沤制。水浸沤麻的主要技术关键是选好水源和掌握好发酵程度。沤麻水源的水质要软、有机质丰富、深浅适宜、流动缓慢或静止、水量稳定等。沤制大麻还要求水清。黄麻、红麻和青麻的沤麻适度标准是麻茎(皮)变成浅黄色，表皮粘滑，基部表皮易脱落，剥取时麻皮与麻骨易分离，横撕麻皮纤维呈鱼网状。漂洗后纤维洁白、光滑、松软。在天然水源中沤制亚麻已不多见，普遍采用的是温水沤麻法，该法在亚麻加工厂的特制沤麻池中进行，水温可人工调节，并能通气和调整pH值。脱胶时间短，纤维质量好。

欧洲一些国家广泛采用雨露沤制亚麻和大麻，中国黑龙江省的亚麻和安徽省的大麻也部分采用此法沤制。

在天然水源中沤麻，微生物的发酵作用受环境条件(水源性质、温度等)影响较大，脱胶周期长，质量也不稳定。同时，此项操作劳动强度大，效率低，并严重污染水源，影响饮水和养鱼。为了解决这些问题，科学家们正在探索应用微生物脱胶和酶制剂脱胶的方法。
(孙庆祥)

沤肥 (water-soaked compost)　利用秸秆、绿肥，杂草等有机物在渍水条件下，经嫌气分解沤制成的一种混合有机肥料，主要包括草塘泥和凼肥等。为中国南方稻区，特别是长江中、下游的水网圩区和西南的冬水田中较为广泛采用。

江苏、上海和浙江等地沤制草塘泥较为普遍。一般是以河泥与青草、绿肥、猪厩肥等分层置于在稻田中挖掘成的坑里，层层压实，并以河泥封面，在嫌气条件下经两三个月时间沤制而成。有些地区在沤制过程中还加入1%左右的氨水和过磷酸钙，以促进腐熟和提高草塘泥的质量。

江西、湖南两省和西南地区的冬水田则多凼肥，一般是在稻田中挖适当数目的凼，凼的面积较小，深度较浅，然后将草皮、秸秆、垃圾、畜粪水、肥泥等原材料直接放入凼中拌和，在淹水条件下沤制而成。

上述两种沤肥由于有机物都是在嫌气状态下腐烂分解，虽有一定数量的有效养分积累，但有机物分解不彻底，保留较多的有机态养料，又因其中混有大量具有较强吸附能力的泥肥，所以是一种迟速兼备、肥效稳长的有机肥料。其养分分解释放的速度，在水稻生长前期虽比未经沤制的泥肥、稻草、厩肥等为高，但不及绿肥；在水稻生长后期又不及厩肥。因此稻田使用沤肥，必须同时配合施用速效性氮肥，以弥补其不足。
(蓝泰源)

P

排水 (drainage)　排除农田过多的地面水和降低地下水位，以利作物正常生育的农田水利措施。良好的农田排水，可调节土壤水分，改善土壤结构及通气性，提高土壤温度，促进土壤脱盐，从而有助于改善农田生态环境，为提高作物单位面积产量和扩大耕地面积创造条件。

中国是世界上排水历史最早的国家之一，据《周礼·遂人考工》记载，周朝时期已在黄河下游低湿地开挖排水沟洫，以便进行农业生产。古罗马、埃及、印度等国，也很早用排水改良土壤。但作为一项系统的科学技术，则是从1856年达西定律问世以来，并且由于水力学、土壤学、植物生理学等学科的渗透，逐渐建立与完善起来的。

排水所要解决的主要问题是排涝、防渍、防止土壤盐渍化和沼泽化。排涝是将地面积水排除，减轻受涝为害。作物受涝减产程度与淹水深度、淹水时间、作物种类和品种及其生育时期有关。一般情况下，淹水愈深，历时愈长，生长后期以及非水生植物所受危害较大。渍害是指由于地下水位过高，土壤过湿，土壤氧气不足，引起根呼吸和总根体积的减少，增加了通过根输送水分和养分的阻力，并在土壤和植物里形成有毒化合物如沼气和硫化氢等，使非水生植物的根受到损害，甚至死亡。地面长期积水也常形成类似危害。防渍的主要措施是，通过排地下水的系统，降低地下水位，减少土壤湿度，加强土壤通透性，土壤盐渍化的形成，主要是含有可溶性盐的土壤地下水水位过高，土壤和地下水中的可溶性盐分随土壤毛管水上升，通过水分蒸发使盐分积累于土壤表层，危害作物生育。其防治措施也主要是利用排地下水设施，降低地下水位，达到不发生土壤盐渍化的埋藏深度（地下水临界深度），同时排出土壤中过多的盐分。

排水技术可分为排地面水和排地下水。两者都可以采用明沟排水系统，这是最常用的一种排水方式。由田间排水沟（斗、农、毛沟）、骨干排水沟（干、支沟）和排水容泄区（河道或湖、海）组成。只起排涝作用的田间排水沟一般浅而密；兼有排地下水的田间排水沟则深而稀。具体深度应因地制宜。平原地区以达到排除地表水和耕层水为目的。在整地同时开好排水沟，做到沟渠配套。厢沟深度一般要达到犁底层以下，要求做到潜层水渗得出，地面水排得快。丘陵地区还要求不使山水入田。除使用明沟排地下水外，还有暗管排水和竖井排水等。暗管排水为封闭的地下排水管道，其埋设方法可用人工开挖和靠挖沟铺管机完成。常用管材有瓦管、陶土管、水泥土管和波纹塑料管等，有节省土地、便于机耕、减少桥涵建筑物等优点。竖井排水是利用抽水机从井中抽水降低地下水位，对防渍、防治土壤沼泽化和盐渍化效果较好。井排常结合井灌同时进行，中国称之为井灌井排。具有防治干旱和涝渍为害双重作用。

参考书目

Van Schilfgoardo, J., *Drainage for Agriculture* *Agron.* Moro, 17 Amer. Soc. Agron, 1974.

武汉水利电力学院：《农田排水》，人民教育出版社，北京，1978。

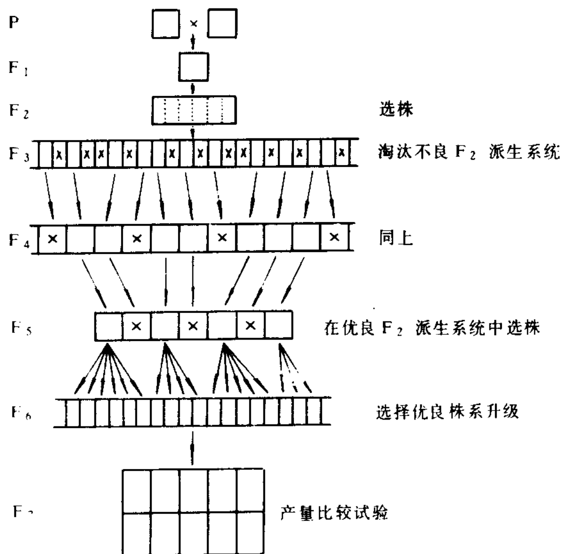
（贾大林）

派生系统法 (derived-line method)　在杂种第一、二次分离世代进行一或二次株选后改用混合法种植，最后再进行一次株（穗）选的杂交后代处理方法。此法可较早地参考株系的产量表现进行选择，是改良系谱法的一种。派生系统指单株后代的混播群体而言。例如来自F_2单株的混播群体，不论经过几代混合种植，都称F_2派生系统。

派生系统法是K. J. 弗莱（Frey）1954年首先倡用的。其基本作法是从F_3或F_4代起在当选株的派生系统内，除淘汰劣株外不再选株，每代根据群体的综合性状、产量表现及品质简易测定结果，选拔优良派生系统，淘汰不良派生系统。直到F_5、F_6代各当选派生系统的主要性状趋向稳定时，进行一次株（穗）选，下年种成株（穗）系，以后选出优系参加产量试验（见下页图）。

派生系统法实际上是一种先用系谱法后用混合法的方法。与系谱法相同，早代选株的依据是由于第一、二次分离世代群体内变异最大（F_2、F_3群体加性遗传方差分别占 1/2 和 3/4，而后者系间和系内的加性方差则分别为 1/2 和1/4），系间、株间遗传差异都较明显，针对遗传力高的性状进行个体选择，再结合稀条播下的群体表现，可以较早地掌握优良系统，淘汰一般材料，集中精力于优中选优，提高选择效率。在从F_3、F_4代起的连续数代混合种植中，可以保持较多的有利变异，以供选择，而且工作简单，观察方便，节省人力物力。此法还可参照派生系统的产量和品质性状进行评选，比系谱法单纯依靠目测点播条件下的个体表现进行直接选择，把握性要大一些。

派生系统法主要适用于自花授粉作物。美国的弗莱曾应用此法于大麦育种；中国农业科学院作物所也



派生系统法示意图

用此法育成了北京10号冬小麦品种并在生产上推广应用 (秦泰辰)

培土 (banking up) 作物生长期间，把行间土壤壅于植株根际或茎际的作业。培土也是作物栽培技术之一，一般与中耕同时进行，其效果是防止作物倒伏；块根茎类作物可增加产量及提高品质；促进作物根部发育增进生长能力；兼有除草效果；减少畦间浸水。

通常进行培土的作物有玉米、**高粱**、**粟**、**马铃薯**、**甘薯**、**大豆**、**棉花**、**苎麻**、**甜菜**、**甘蔗**、**烟草**等。

培土时期因作物而异，玉米、高粱、粟、黍等谷类作物在拔节后进行；中国北方棉花在现蕾至开花期雨季到来前培土，南方棉田苗期多雨，定苗后结合中耕进行培土，封行时完成；甘薯在块根膨大期；马铃薯在现蕾开花期；油菜在初花期；直立性花生在盛花、果针入土结实期。一般是结合中耕分次进行培土。但培土过晚，易引起断根影响产量。培土厚度视降雨和干旱情况而定，一般10厘米上下；多雨年份，灌溉地培土可高些。培土工具，常用的有畜力牵引培土犁或带有分土器的犁，机引锄铲式的行间中耕机配带培土器等，也可用大锄或铁锨培土。 (李伯航)

配合力 (combining ability) 衡量亲本对其杂种表现影响力强弱的数量指标。最初是根据杂种表现将相应亲本进行分类的一种概念。**G. F. 斯普拉格**和L. A. 塔特姆(Tatum)根据**玉米**育种中评价亲本的需要，进一步将配合力区分为一般配合力和特殊配合力。其中一般配合力(gca)是指一个亲本系统在其所有杂交组合中的平均表现，即：

$$g_i = \bar{x}_i - \mu_x \qquad (1)$$

式中 g_i是亲本 i 的一般配合力，$\bar{x}_i$是以品种i为共同亲本的一套组合平均值，μ_x是所有组合总平均值。

亲本 i 和 j 杂交组合的期望值$E(x_{ij})$，可表示为：

$$E(x_{ij}) = \mu_x + g_i + g_j \qquad (2)$$

杂交组合中双亲的特殊配合力(sca或S_{ij})定义为该组合实测值(x_{ij})与根据双亲一般配合力估算的期望值$E(x_{ij})$之间的离差，即：

$$S_{ij} = x_{ij} - E(x_{ij}) \qquad (3)$$

于是则有： $$x_{ij} = \mu_x + g_i + g_j + S_{ij} \qquad (4)$$

将实测数值代入(1)、(2)和(3)式，即可分别估算各亲本的一般配合力和每两个亲本间的特殊配合力。根据这些估值可对亲本系统进行恰当评价。不过，配合力效应都是以离差形式表示的，进行亲本评价时，还要考虑亲本与杂种的实际表现，才能得出全面结论。

假定g_i、g_j和S_{ij}彼此独立无关，那么，由(4)式可得组合间方差(σ_x^2)：

$$\sigma_x^2 = \sigma_{g_i}^2 + \sigma_{g_j}^2 + \sigma_s^2$$

式中 $\sigma_{g_i}^2$和$\sigma_{g_j}^2$分别是父、母本的一般配合力方差，σ_s^2是特殊配合力方差。如果不需要区分父、母本一般配合力方差，则有：

$$\sigma_x^2 = 2\sigma_g^2 + \sigma_s^2$$

亦即，组合间方差包含一般配合力方差和特殊配合力方差两部分，这是配合力方差分析的理论依据。

进一步的分析表明，配合力方差与方差的原因成分(V_A、V_D、V_{AA}等)和近交系数(F)间的关系可表示为：

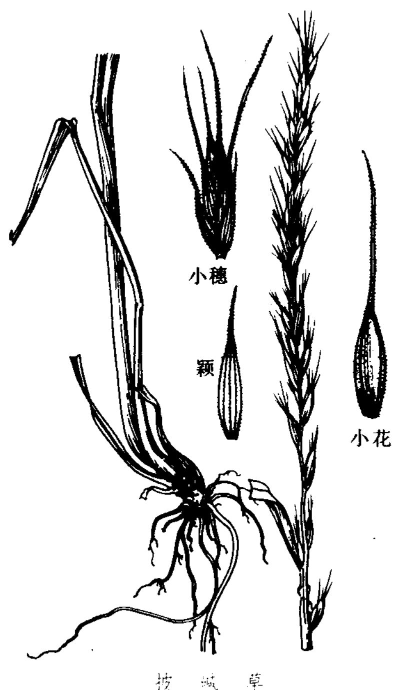
$$2\sigma_g^2 = FV_A + \frac{1}{2}F^2V_{AA} + \cdots\cdots$$

$$\sigma_s^2 = F^2V_D + \frac{1}{2}F^2V_{AA} + F^3V_{AD} + F^4V_{DD} + \cdots\cdots$$

可见，当$F = 1$时一般配合力变异包含全部加性方差和部分加性乘加性上位方差，而特殊配合力变异则包含绝大部分非加性方差。即：一般配合力差异主要由基因的加性效应所引起；而特殊配合力差异则由于基因的非加性效应所致。 ([illegible]平仲)

披碱草 (dahusian wildrye) 禾本科披碱草属中的一个种，学名*Elymus dahuricus* Turcz.，多年生草本植物。又名直穗大麦草、野麦草。良好牧草。分布于中国东北、内蒙古、河北、山西、陕西、甘肃、宁夏、青海等省(自治区)；朝鲜、日本、蒙古、苏联也有分布。

须根系；株高80～150厘米，疏丛；叶鞘无毛，叶片扁平，线形，叶表面粗糙，绿色，叶舌截平；穗状花序，直立，长14～20厘米，除先端和基部各节仅具一小穗外，每穗节生2小穗，含3～5小花，全部发育，颖披针形，先端具3～6毫米短芒，内外稃几乎等长，外稃先端芒向外展开；



披碱草

颖果长椭圆形，褐色（见图），千粒重3～4克。

喜冷凉湿润气候，喜肥，供应充足氮肥能显著提高其产量与品质。耐旱、耐盐碱、耐寒、耐风沙，多在干旱草原区栽培，可春播、夏播或秋播。每公顷播量15～30千克，行距15～30厘米，播深3～4厘米。主要供晒制干草，宜在抽穗及开花期刈割，每年刈割一～两次，每公顷产干草1.5～3.8吨，可维持高产4年左右。其干草营养成分为：水分10.49%，粗蛋白质7.45%，粗脂肪2.78%，粗纤维39.68%，无氮浸出物33.79%，灰分5.91%。适口性好。 （吴渠来）

啤酒大麦（malting barley） 酿造啤酒的专用**大麦**。酿造优质啤酒的大麦除要求其具备早熟、丰产、抗逆性强等性状外，还要求籽粒饱满、均匀，色泽鲜艳淡黄，籽粒稃壳薄，发芽率高，千粒重和蛋白质含量适中，浸出率高，以利麦芽加工。

1987年中国国家标准局颁布了啤酒大麦质量标准（GB 7416-87），见下表。

中国啤酒大麦质量标准，既参照了国际先进标准，又考虑了中国工农业生产实际。如西欧各国优质啤酒大麦要求发芽率97%以上，千粒重42克以上，浸出物78%以上，选粒试验（直径2.5毫米以上）80%以上，与中国的优级水平相当。

在上述多项指标中，发芽率和千粒重是主要标准，在分级检验时，这两项指标等级不符时，以低者等级为准。大麦清选、去杂、分级后，经过浸麦、发芽、焙干、除根，制成干麦芽，方用于酿酒。具有吸水能力强、发芽率高的品种，才能制成整齐、产量高的大麦芽，减少吨酒用粮量。

籽粒中蛋白质含量高低是区分啤酒大麦品质优劣的标准之一，中国啤酒大麦蛋白质含量的标准是12～

中国啤酒大麦质量标准

项目＼等级		优级	一级	二级
外观		淡黄色、具有光泽、无病斑粒、无霉味和其它异味	淡黄色或黄色、稍有光泽、无病斑粒、无霉味和其它异味	黄色、无病斑粒、无霉味和其它异味
夹杂物（%）≤		1	1.5	2
破损率（%）≤		0.5	1	2
水分（%）≤		13	13	13
发芽率（%）≥		97	95	90
发芽势（%）≥		92	90	85
千粒重（g）≥	二棱	42	38	36
	多棱	40	35	30
蛋白质（%）≤	二棱	12	12.5	13.5
	多棱	12.5	13.5	14
浸出物（%）≥	二棱	80	76	74
	多棱	76	72	70
选粒试验（直径2.5mm以上）%	二棱	80	75	70
	多棱	75	70	65

11%，高于西欧等国9～12%的标准。这是因为西欧等国是采用单一大麦为原料，不加辅料；而中国酿造啤酒时加30%以上的大米粉等淀粉作辅料，因而要求大麦的蛋白质含量较高于西欧等国，以增加淀粉酶的活力使麦汁发酵完全，酒的泡持性和稳定性良好；并可降低制酒成本，增加收入。但是，蛋白质含量不能高于14%，因为高蛋白的大麦，硬质率（玻璃质）高，溶解度差，浸出物少，酒易混浊，保存期短。

浸出物高的大麦，酒的生成率就高。浸出物的多少主要决定于籽粒淀粉、蛋白质的含量和千粒重，与蛋白质含量呈负相关，与千粒重呈正相关。

啤酒大麦品种的蛋白质、淀粉含量易受自然条件和栽培技术等因素的影响。如早熟3号在长江中下游地区蛋白质含量在11%左右，而在北京、东北等地可达14%左右。中后期施氮肥，不仅易贪青、倒伏，而且，蛋白质含量也将增加，降低酿造品质，因此中后期应以增施磷肥为主。

啤酒大麦收割、保存条件要求极为严格，应及时脱粒、干燥，以保持其发芽力，防止发霉变色。

（陆　炜）

啤酒花（European hop）　桑科葎草属一个种，学名*Humulus lupulus* L.，多年生蔓性草本植物。又称蛇麻、香蛇麻、蛇麻花、蛇麻草、酵母花、野酒花、忽布花等。染色体数2n＝20。

啤酒花内含多种成分。对酿造啤酒起作用的主要是芳香油、苦味质和多酚物质。芳香油主要含有葎草烯和香叶烯，它能给予啤酒以优雅的香味。苦味质包括α-酸、β-酸及其树脂化物质，它能赋于啤酒以特有的苦味，还有防腐能力。多酚物质中主要是单宁，它易与蛋白质缩合沉淀，有澄清麦芽汁的作用。利用酒花制作面包，清新可口，耐贮放；酒花入药，性味苦平，有抗菌消炎、清热解毒、健胃、镇静、抗痨、利尿的功效；茎皮纤维还可用作造纸原料。

啤酒花原产欧洲、美洲和亚洲。中国新疆维吾尔自治区北部有野生分布。还有一个蛇麻变种*Humulus lupulus* L. var. *cordifolius* Maxim.，为啤酒花的近缘种称"华忽布"，野生于秦岭一带，是啤酒花的代用品。

欧洲栽培最早，远在公元736年就有关于啤酒花的记述，但作为啤酒工业原料始于德国。中国先后从苏联和日本引入，于20世纪20年代初在黑龙江省尚志县种植。1949年前仅有少量栽培，现已遍及西北、华北、东北和华东各地。

世界上有20多个国家有商品性的啤酒花生产。主产美国、德国、苏联、捷克斯洛伐克、英国、南斯拉夫等国家，约占世界总产量的80%。质量以德国和捷克斯洛伐克最负盛名。中国主产新疆、甘肃、宁夏、黑龙江、山东等地。其他像在陕西、内蒙古、河北、北京、辽宁、吉林、江苏、上海、杭州也有栽培。50年代初期所需啤酒花主要依靠进口。60年代后自给有余，并开始出口。

形态特征　茎长6米以上。茎、枝和叶柄密生细毛，并有倒刺。叶纸质，对生，卵形或掌状，基部心形，不裂或3～5裂，有时7裂，深达叶片中部，边缘有粗锯齿，甚为粗糙。花单性，雌雄异株。雄花排列成圆锥花序，花被片和雄蕊各5。雌花为穗状花序，由30～60片淡黄色苞片组成，覆瓦状排列，长椭圆形或松果状卵形（见图），苞片基部布有密密麻麻的黄色粉状颗粒，叫蛇麻香脂腺（Lupulin），俗称黄粉。在啤酒花成熟时，由此所分泌的苦味质、芳香油和单宁，是啤酒酿造上所需要的重要成分。



啤　酒　花

生物学特性　喜冷凉干燥气候，耐寒不耐热。生长发育适温为14～25℃。种子发芽适温为18～22℃，无霜期为120天左右。长日照作物，喜光，生育期间需要充足的阳光，开花及成熟期日照更为需要。全年日照时数最好在1 700～2 600小时之间。适应性较强，对土壤要求不严格，但以土层深厚（2米）、肥沃、疏松、通气性较好的壤土或砂质壤土为宜。地下水位要低，一般不高于2米。pH值中性或微酸微碱土壤。稍耐干旱，但不耐积水。在生育期的降水量以400～500毫米为宜，幼苗期需水少，开花期需水量多。微风有利于啤酒花生长，大风容易伤害枝蔓和花体。

栽培技术　啤酒花园宜选择避风向阳的地方。在种植的前一年秋天进行深耕，整地结合施足基肥。采用育苗移栽，当年可获高产。

育苗　通常利用根茎扦插繁殖，当根茎不足时亦可用地下部横生的走茎繁殖，但成活后生长不良。扦插用的根茎要求皮层新鲜，有芽眼2～3丛，无病害，粗度0.6～1厘米，长度为10～14厘米。亦可用绿枝扦插繁殖。利用茎尖培养也能获得用于栽培的啤酒花植株。

移栽　把预先用来定植的材料于春季3～4月间按一定距离埋入地下10厘米。株行距一般为1.5×1.5米，或1.4×1.6米，每公顷种植4 500株左右；机械化栽培的株行距为1.5×3米。

在种植之前需先架设支柱或棚架，缚引枝蔓向上生长，或分生侧枝。啤酒花架型一般采用立竿式或高(低)平架式。搭架时，预先在啤酒花地里按6～7米距离竖木竿(直径粗16～20厘米，长6～7米)或水泥柱作骨架，顶端纵向拉上钢筋，横向以铁丝拉纲构成高平架（6米）或低平架(2米)，然后从上垂下尼龙细绳，下端用钩状物固定土中。

田间管理　啤酒花根芽丛生，萌芽力强，任其自然生长，必然造成枝蔓横生乱爬，影响开花和产量，所以，从栽培后第二年春季(3～5月)开始年年进行割芽修整工作。

苗期　在春季3、4月或秋季10～11月间，扒开根土，露出根茎进行修根割芽，保留新鲜潜芽3～5丛，其余的用快刀全部割除，然后覆以松土3～5厘米；当大部分新芽出土后再将根土扒开，从中选留壮芽3～5个，再覆土盖好。当幼芽伸出地面0.5～1米时进行定苗，每株选留高度一致的枝蔓1～3个，余者全部拔除；缺苗时可从邻近植株上多留枝蔓来进行补苗。

生长期　引蔓：当枝蔓长到0.5米以上时，开始把所选留的枝蔓缠绕在棚架的引线上，当啤酒花出现侧枝时，分向两侧缠绕，使其分布均匀；结蔓：为了防止风吹折断枝蔓，随其生长及时以麻绳或塑料绳缚扎于架上；疏叶：当枝蔓长至2米以上时，将1米以下的叶子全部打掉。开花期间可根据通风透光的要求，疏去老叶、病叶和稠密的叶子；割蔓：采花后叶子干枯进入休眠时，距地面10～15厘米处割除地上部的枝蔓。

肥水管理　啤酒花为喜肥作物，一般在种植前应施足有机肥、饼肥和过磷酸钙（全年施量的2/3)作基肥。生育期间追施苗肥、分枝肥和花肥。生育前期和中期以氮肥为主，开花期以磷、钾肥为主。6～7月间为啤酒花营养生长与生殖生长同时并进季节需肥量大，要追施速效肥、饼肥等有机肥。根据啤酒花不同生育期对水分的需求，及时进行灌溉和排水；及时防治病、虫、草害。

采收　啤酒花成熟时，花体鳞片(苞片)紧闭，有弹性，用手握之，有沙沙声；鳞片基部的蛇麻腺呈金黄色，散发出特有的啤酒花香味，此时则为采收适期。若采收过早，啤酒花不成熟，黄粉少，质量差；采收过迟，啤酒花色泽变红，花片张开，黄粉容易脱落损失，质量下降。采摘需在晴天进行。鲜花含水分为70～80%，不易保存，应及时烘干，使其水分降至10%左右。在低温(0～5℃)、干燥、缺氧和避光的地方贮藏。

(喻　衡)

皮大麦　见大麦。

皮棉　见轧花。

偏相关系数 (partial correlation coefficient)　m个变数中的特定两个变数，在其余$(m-2)$个变数都被固定时的**线性相关系数**。实际上变数都是不固定的，这里所说的固定是指应用统计方法消除其不固定的影响。偏相关系数以r附加右下标表示之，下标点后是被固定的变数。例如有x_1、x_2、x_3三个变数，$r_{12\cdot3}$表示当x_3变数被固定时，x_1和x_2两变数的偏相关系数。只固定一个变数的偏相关系数叫做一级偏相关系数，如$r_{12\cdot3}$、$r_{13\cdot2}$和$r_{23\cdot1}$。固定两个变数的偏相关系数叫做二级偏相关系数，如$r_{12\cdot34}$、$r_{13\cdot24}$、$r_{14\cdot23}$、$r_{23\cdot14}$、$r_{24\cdot13}$和$r_{34\cdot12}$。余可类推。一般而言，如有m个变数，可以计算出$\frac{m(m-1)}{2}$个$(m-2)$级偏相关系数。偏相关系数的计算公式为：

$m=3$时，

$$r_{ij\cdot k}=\frac{r_{ij}-r_{ik}r_{jk}}{\sqrt{(1-r_{ik}^2)(1-r_{jk}^2)}}$$

式中　r_{ij}、r_{ik}、r_{jk}分别为两个变数间的线性相关系数。

$m=4$时，

$$r_{ij\cdot kl}=\frac{r_{ij\cdot k}-r_{il\cdot k}r_{jl\cdot k}}{\sqrt{(1-r_{il\cdot k}^2)(1-r_{jl\cdot k}^2)}}$$

式中　$r_{ij\cdot k}$、$r_{il\cdot k}$、$r_{jl\cdot k}$分别为固定一个变数时，另两个变数间的偏相关系数，即一级偏相关系数。

当$m\geqslant4$时，用相关矩阵的逆矩阵元素计算偏相关系数较为简便。由m个变数可算得任两个变数的线性相关系数，并组成一个$m\times m$阶相关矩阵R：

$$R=\begin{pmatrix} r_{11} & r_{12}\cdots\cdots r_{1m} \\ r_{21} & r_{22}\cdots\cdots r_{2m} \\ \vdots & \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ \vdots & \vdots \quad\quad \ddots \vdots \\ r_{m1} & r_{m2}\cdots\cdots r_{mm} \end{pmatrix}$$

其中主对角线元素r_{11}，r_{22}，……r_{mm}为各变数自身的相关系数，都等于1。

由R可得其逆矩阵为：

$$R^{-1}=(c'_{ij})=\begin{pmatrix} c'_{11} & c'_{12}\cdots\cdots c'_{1m} \\ c'_{21} & c'_{22}\cdots\cdots c'_{2m} \\ \vdots & \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ \vdots & \vdots \quad\quad \ddots \vdots \\ c'_{m1} & c'_{m2}\cdots\cdots c'_{mm} \end{pmatrix}$$

其中c'_{ii}为主对角线元素，c'_{ij}为非主对角线元素，$c'_{ij}=c'_{ji}$。由R^{-1}可得：

$$r_{ij\cdot}=\frac{-c'_{ij}}{\sqrt{c'_{ii}\cdot c'_{jj}}}$$

式中 $r_{ij\cdot}$为固定两个或两个以上变数时，特定两个变数x_i和x_j间的偏相关系数。

偏相关系数的性质：①$r_{ij\cdot}$的取值区间是[-1,1]，正或负表示相关的方向。②$|r_{ij\cdot}|$愈接近1，则偏相关程度愈高。③$|r_{ij\cdot}|$小于或最多等于由同一资料算得的复相关系数，例如$|r_{12\cdot3}|\leqslant R_{1\cdot23}$。在$m\geqslant3$时，$r_{ij\cdot}$值不等于线性相关系数值$r_{ij}$，有时符号也不相同。

偏相关系数的显著性可用t测验：

$$t=\frac{r_{ij\cdot}}{s_{r_{ij\cdot}}}$$

式中 $s_{r_{ij\cdot}}=\sqrt{(1-r_{ij\cdot}^2)/(n-m)}$为偏相关系数$r_{ij\cdot}$的标准误，$n$为样本容量，$m$为变数的个数。此外，也可以按自由度$\nu=n-m$，直接查相关系数临界值表。

$r_{ij\cdot}^2$叫偏决定系数，其意义与r^2相似。

（翟婉萱）

品质鉴定 见**品质育种**。

品质育种 (breeding for quality) 以改良**农作物**产品品质为主要目标的育种工作。农作物产品的品质与人民的营养、健康、生活习惯、经济收益密切相关，因此选育新**品种**不但要求高产，也要重视优质。

农作物的种类不同，用途各异，对它们的品质要求也各不一样。对食用作物要求食用品质，营养品质；对**经济作物**要求工艺品质，加工品质。即使同一作物，因产品用途不同，也会有不同的品质要求。**饲料大麦**要求蛋白质含量高，而**啤酒大麦**则要求淀粉含量高，蛋白质含量低；油菜籽油作为优质工业用油要求芥酸含量高，但芥酸能导致心肌坏死，作为食用油则要求不含芥酸或含量极低。因此，品质的概念是相对的，因用途而异，有时是综合性的。

简史与成就 早在1818年在甜菜育种中就开始了改良品质的工作，到1950年使含糖量从当年的6%提高到24%。苏联经50年的努力把向日葵的含油量从30%提高到50%左右。通过育种，降低了油用红花的皮壳率，使含油量从37%提高到50%。美国依利诺斯州立大学自1896年起经过70轮的选择，把玉米籽粒的含油量从4%提高到17%，并在生产上推广种植，产量尚好，含油量为8%的优良品种。

禾谷类作物品质育种工作开始较晚，早期的营养品质育种常以蛋白质含量多少为指标，其后得知蛋白质中所包含的组分与营养价值相关甚大。醇溶谷蛋白中含脯氨酸和谷氨酰较多，有利于种子萌发快，但缺乏人及哺乳动物所必需的赖氨酸和色氨酸。因此醇溶谷蛋白的含量越高，赖氨酸等含量越低，营养价值也越差。试验表明，若以玉米醇溶谷蛋白为唯一蛋白质来源饲养小白鼠，健康会急剧恶化，最后导致死亡。

禾谷类作物按其蛋白质所含醇溶谷蛋白质的多少，大体可分为三类。即**水稻**、**燕麦**为5～15%，**大麦**、小麦为30～40%。**玉米**、**高粱**为50～60%。通过育种，已得到高赖氨酸的大麦、玉米和高粱品种，它们的蛋白质品质已相应提高一级。

1963年美国从20年代晚期收集到的**玉米种质资源**中发现Opaque-2（简称O-2）玉米，其胚乳的赖氨酸含量（3.39%）比普通玉米（2.00%）高70%。但由于O-2玉米产量较低（约为普通玉米之90%），并且籽粒易破碎和易感染穗病等缺点，O-2玉米育种一度处于停滞状态。**国际玉米小麦改良中心**通过群体改良，至1986年已获得数个硬胚乳、高产、抗病的"品质蛋白玉米"，已在中国和危地马拉等国用于生产。

1971年瑞典的芒克（Munck）等发现了高赖氨酸的大麦品种Hiproly。其高赖氨酸特性是由位于第7染色体上的一个主效基因及一些微效基因所决定的。Hiproly产量很低，只有正常品种的1/3。但用它与品种Mona回交，已得到产量相当于Mona产量95～100%的品系，用它们作青饲料可节约35%补充料。另一个大麦高赖氨酸品质源1508突变系，是丹麦育种家将品种Bomi通过诱变得到的，其赖氨酸含量增加40%，蛋白质含量增加13%，但千粒重减少10%，籽粒产量减少17%。

1975年C．P．莫汉（Mohan）用EDS药剂进行化学诱变的办法得到高赖氨酸高粱突变体，从其后代中选出P-721 O2突变系，赖氨酸含量较普通高粱提高60%，其高赖氨酸特性是由一个部分显性基因所决定的。后来又用P-721系与高产材料杂交，得到平均产量高达8.5吨/公顷的高赖氨酸高产品系。1979年G．埃杰特（Ejeta）等又通过选择和DES诱变得到硬胚乳O-2的高粱材料，蛋白质含量较原软胚乳O-2降低10%，赖氨酸含量降低2.1%，但百粒重增加了12.8%。

此外，美国以巴西高蛋白小麦品种Frondosa的后代Atlas 66（阿特拉斯66）为优质资源，育成了蛋白质含量提高1～2%，但产量并未降低的Lancota（兰可塔）小麦品种。加拿大从德国**春油菜**品种Liho（芥酸含量6～50%）中选出无芥酸突变系。波兰从春油菜地方品种中选出低硫代葡萄糖甙品种Bronowski，其后各国用它们作种源，在70年代育成了低芥酸、低硫代葡萄糖甙的油菜新品种Start、Erglu、Tower等。这些都是品质育种所取得的重大成就。

今后品质育种的趋势是，从笼统地考察某种物质的含量，深入到针对它的某些组分进行育种。例如植物油中所含脂肪酸组分和脂肪酸在甘油三脂上的位置之不同，可影响其营养品质和加工品质。饱和脂肪酸如棕榈酸和硬脂酸，可使血清中胆固醇含量增多，会

导致心脏病。多聚不饱和脂肪酸如亚麻酸、亚油酸，能使胆固醇含量降低；但在使对人体有害的低密度脂蛋白降低的同时，也会使对人体有益的高密度脂蛋白降低。而且亚麻酸稳定性不好，容易变质，风味不佳。单不饱和脂肪酸如油酸则在降低低密度脂蛋白的同时，使高密度脂蛋白含量保持不变。此外，把脂肪酸集中到甘油三脂的中部位置有利于提高油的稳定性，防止自动氧化变质。因此，今后的油料作物育种不仅要求提高含油量，而且要考虑提高（或降低）某些脂肪酸的含量或调节它们的位置。

品质鉴定　品质鉴定内容广泛，指标繁多，以往对某些品质特性的鉴定多凭感官评定，或用简单计量方法度量。很多物理性状和化学成分需用精密仪器和测试技术才能测定，但也有些品质特性即使用现代化测试技术也还不能完满解决。例如茶叶的色、香、味，只有经验丰富的评茶师才能作出正确的评定。他们不但能够评出茶叶的等级、品种，甚至能分辨出它们来自哪些产地。

品质鉴定的基本要求是准确、快速、操作简便、费用少、适用范围广等。其中尤以快速、准确最为重要。在筛选大量早期世代育种材料时，工作量大，生长季节紧，测试时间短，快速而准确就成为主要要求。但也不应忽视在高世代进行的较复杂、流程长而准确度要求更高的测试技术。因此，需要把田间鉴定和室内分析，筛选定性和精选定量结合起来，灵活运用，才能达到品质育种的要求。

品质育种的特点之一是鉴定项目繁多。以稻麦等粮食作物为例，既要鉴定其加工品质和食用品质，又要鉴定其营养品质。不同作物由于经济产品的利用价值不同，品质鉴定项目及标准有所不同。

进行品质鉴定常需借助特定仪器。以往测定蛋白含量一般以凯氏测氧法为标准方法，求得含氧量后乘以一定常数，换算为蛋白质含量。此法较精确，但操作复杂费时。以后采用自动凯氏定氧仪与电脑联用，样品用量少，灵敏度高，每小时可分析样品20份以上。红外线蛋白质分析仪，快速、简便，但需与凯氏法分析结果核对校正，以减少误差。对油料作物常使用核磁共振仪，配合电子天平分析含油量。样品用量少（只需2克），每年可完成20万份以上样品的分析工作，且可不破坏种子。谷物品质分析仪可同时测定谷物和油料作物种子中的蛋白质、油分、淀粉（或纤维素）和水分4种成分。测定氨基酸可使用各种氨基酸分析仪，其中色氨酸自动分析仪每小时可测定40～60份样品。用液相色谱可分析氨基酸组分和蛋白质和硫代葡萄糖甙组分。气（液）相色谱—质谱仪把气相（或液相）色谱和质谱仪联结起来，再与电脑组成一个整体的联机，是一种极为实用的仪器。此外，鉴定营养品质除采取化学分析外，还要进行动物饲养试验，才能最后确定其营养价值。

对于棉、麻等纤维作物主要鉴定其工艺品质。棉花纤维品质的分析主要是纤维物理性状的测定。国际上使用一些通用的先进仪器，精密度高、工效快。测定纤维长度的纤维长度照影仪，能在5分钟内测定一份样品，还有测定纤维强度的纤维强度仪、测定纤维细度的棉纤维细度仪等。至于商业上应用的较为粗放的大容量纤维测试系统（HVI），把测定纤维长度、纤维整齐度、细度、强度以及色泽等项仪器结合在一起，并与微处理机联用，快速可靠。

今后分析技术发展的趋势是：物理的、化学的、微生物的分析技术，常量和微量的、常规的和自动化的以及单粒（半粒）的和非破坏性的分析技术，都要进一步结合应用，并逐步发展多样品、多项目、快速、自动化与电脑联用的联合装置的分析系统。快速简便、廉价、轻型，是主要发展方向。

途径　第一步是寻找品质源　可从大量种质资源中筛选，也可从田间选择自然突变体，或通过辐射、化学诱变、远缘杂交等途径得到种源。美国从大豆种质资源中找到蛋白质含量为52%的品系，但生产上推广的品种只有40%。向日葵种质资源中有最高含油量达60%的材料，而推广品种只有40～45%。高蛋白质小麦品种Atlas 66和高赖氨酸玉米是通过大量筛选种质资源才得到的。大麦1508突变系和高粱P-721突变系则是通过人工诱变得到的优良品质源。1980年**中国农业科学院作物育种栽培研究所**用普通小麦与硬粒小麦杂交得到蛋白质含量为19%，赖氨酸含量为0.5%的8131品系。1975年**国际水稻研究所**用印度栽培稻品种PIB-18与野生稻尼瓦拉杂交，得到高蛋白质的材料。

用品质优良种质资源与农艺性状优良的品种杂交，选育两者兼优的新品种是品质育种的最终目的。如果品质性状是少数主效基因所决定的，可进行单交、复交和回交。回交时应同时使用较多轮回亲本，以便得到与品质基因相应的遗传背景。如果品质性状是由多基因所决定，则需进行轮回选择，改良群体，以改进所要求的品质性状。

问题　品质育种中存在的问题：①品质和产量之间多呈负相关。谷物作物蛋白质含量与产量，油料作物含油量与产量常呈负相关。但这种负相关关系并不是绝对的，可以通过育种手段得到协调或解决。皮棉产量和纤维强度间呈负相关，T.W.卡尔普（Culp）和D.C.哈勒尔(Harrell)通过系谱法结合轮回选择使二者之间的相关系数从原来的-0.93变为+0.45，从而选育出纤维品质和产量都好的陆地棉PeeDee系列品种。②营养成分中不同组分之间的矛盾。大豆的油分和蛋白质在营养价值和经济价值上各有其重要性，但二者之间呈负相关。因此在改进大豆品质时应根据实际需要协调二者之间的关系，即应对其中之一的含

量制定最低标准，在提高一个组分含量的同时，使另一组分的含量维持一定水平，或者各有侧重，即选育含油量高的油用大豆品种或选育含蛋白质高的蛋白用大豆品种。

（刘后利　项时康　汪若海　陈祥云）

品种 (cultivar)　经人工选择培育，在遗传上相对纯合稳定，在形态特征和生物学特性上相对一致，并作为生产资料在农业生产中应用的作物类型。品种一般具有较高经济价值、符合人类需要，能适应一定地区自然条件和栽培条件。因来源和形成方式不同可分为地方品种和改良品种。

地方品种　亦称农家品种，是农民世代相传，经过长期驯化、自然选择和人工选择得到的。地方品种具有适应性强和类型多样两个突出特点。由于它们是在各种生态条件下经千百年长期选择和适应而形成的，故各自对其当地的自然条件有极强的适应性，是育成品种所不能比拟的。也正是由于生态条件千差万别，所形成的地方品种各具特色，丰富多彩，是育种工作的宝贵材料。地方品种的多样性还表现在一个品种中有时会包含几个形态和特性上不同的类型。但其中总会有一个在数量上占优势，成为该品种的基本型。

地方品种由于适应性强，对环境变化有较强承受能力，曾在小农经济时代起过重要作用。但由于丰产性差（如植株偏高，茎秆弱），不抗某些重要病害、虫害，不能适应改进了的水肥条件，故在进入现代化农业生产时代以后，除在自然条件比较严酷和生产水平较低地区仍有少量种植外，在大面积上逐渐被改良品种所取代。因此在大面积推广改良品种的同时，应有一个抢救地方品种，将它们保存下来传诸后世的重要任务。

改良品种　亦称育成品种。是针对特定地区的自然条件和生产水平，按照预定目标，通过各种育种途径选育出来，并在生产上推广的作物品种，又称栽培品种。改良品种一般植株较矮，耐肥、抗倒，丰产性较好，收获指数高，并常能抗、耐本地区流行的病虫害。在农业技术条件不能提高的情况下能得到高产。70年代在印度、巴基斯坦等国推广的半矮秆墨西哥小麦品种和在东南亚推广的国际稻曾获“绿色革命”之称，但与地方品种的总体相比，改良品种由于所用亲本范围较窄，选择目标相似，往往遗传基础相对贫乏，存在着遗传脆弱性的危险。

品种的性状表现是其自身遗传性与外界环境条件相互作用的结果，因此在选用品种时必须因地制宜，也要针对品种特性，采用相适应的栽培管理措施。

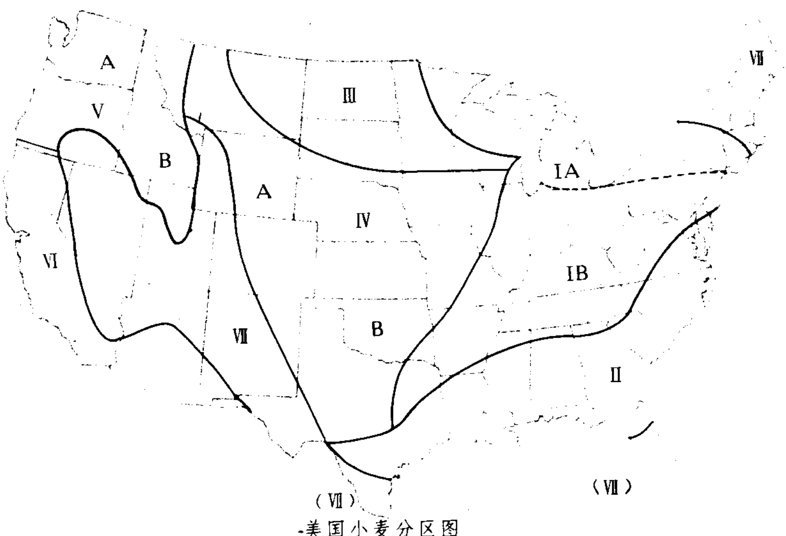
（岳大华）

品种目录　见种质资源整理。

品种区域化 (regionalization of cultivars)　对经过品种区域试验和审定批准推广的品种，根据其生态类型和生育特性，按照不同地区的自然条件，耕作制度和生产水平，确定适宜种植范围和推广地区的工作。实现品种区域化可使优良品种充分发挥增产潜力，防止品种多、乱、杂和单一化，避免盲目引种造成损失。

实现品种区域化，首先要对本地区的自然条件、耕作制度、灌溉条件、土壤肥力、农业技术水平以及当地农作物品种的栽培历史和现状等进行全面调查，按照不同的自然和栽培条件划分出若干个区。然后统一安排区域试验和生产试验，并在上述试验的基础上确定品种适宜种植地区和相应栽培技术。其次要充分考虑农作物生产的安全性，做到丰年丰产、歉年稳产。因此，应注意同一作物早、中、晚熟品种合理搭配以及同一区域内选用分别适应高、中、低土壤肥力水平的品种，以便做到因地制宜地搭配种植。品种数目不宜过多，也不应单一化，并考虑到能适应当地商品经济发展的需要。

划分区域时，可根据地区的特殊性，还可划分为副区，如易发病区、高海拔山区、干旱区等，分别安排相适应的品种。例如中国浙江省水稻品种布局区域化就是根据5 300℃积温带，土壤肥力和耕作技术水平以及原有品种分布规律，将全省划分为三个主区。即浙北早籼晚粳区、浙南早籼晚籼区和浙中早籼晚籼粳



美国小麦分区图

Ⅰ.东北区；Ⅱ.东南区；Ⅲ.北部平原区；Ⅳ.中部平原区；Ⅴ.太平洋西北区；Ⅵ.加利福尼亚和亚利桑那区；Ⅶ.极少种植区

混栽区。又根据地区的特殊性划分出三个副区，即易发病副区、海洋性气候副区及高海拔副区。美国小麦划分为六个麦区（见图）。其中Ⅰ、Ⅳ、Ⅴ又各分为两各亚区。中部平原区（Ⅳ）和西北区（Ⅴ）部分地区主要种植硬质红粒冬麦，北部平原区（Ⅲ）种植硬质红粒春麦，软质红粒春麦在东部ⅠB和Ⅱ区种植，白粒小麦则在西北区（Ⅴ）和东北ⅠA区种植，各区都有自己的适应品种。加拿大、澳大利亚等国的品种区域化工作也结合品质区域化一并进行。

（曾观惠　陈　哲）

品种审定 (certification of cultivars) 对新育成或引进的、经过**农作物品种区域试验**和生产试验鉴定，表现优良的**品种**，由国家或地区品种审定机构评定其利用价值、适应范围和相应的栽培技术的工作。

世界各国对品种审定工作都很重视，但作法不尽相同。苏联及东欧各国审定制度比较严格，被审定的品种由国家指定其种植区域。美国一般只进行品种登记，对品种区域化的要求不严格，农场主可自行决定种植的品种。联邦德国新品种审定程序是育种者先向联邦食品农林部品种局申请，由品种局进行试验、鉴定、审定、登记并列入国家品种目录后，才允许繁殖生产。日本则由农林省组织作物品种审议会负责审议，经审议通过的品种给予命名和登记。

20世纪50年代初期中国的品种审定工作是和群众评选良种结合的。各地农业行政部门组织技术人员和有经验的农民，评选出本地区良种，就地繁殖推广。同时各大区及省农业试验研究单位征集主要农作物改良品种进行联合区域试验，评选更为优良的品种。1956年农业部组织全国棉花品种审定委员会，制定棉花品种区域试验实施办法，进行棉花品种区域试验，60～80年代各省（自治区）、市，先后成立水稻，小麦，玉米，高粱，谷子，棉花，甘薯，马铃薯，大豆、油料，蔬菜等八个专业品种审定委员会，按自然生态区、耕作制度、作物的成熟期等分别进行跨省、市、自治区的区域试验、生产试验，以审定本地区内的新育成品种和引进品种。1981年农业部正式成立全国品种审定委员会，颁布《全国农作物品种审定试行条例》，并分设**水稻**，**小麦**，**玉米**，**高粱**、**谷子**，**棉花**，**甘薯**、**马铃薯**，油料，蔬菜等专业审定小组，负责跨省（自治区）、市的品种审定工作。

品种审定委员会的主要任务是准确而公正地评定新育成和引进品种的增产效果、稳产性能、经济效益以及在生产上的应用价值等，确定其适应地区和相应的栽培技术。同时对已推广品种的布局和良种繁育等工作提出改进意见和建议；确定参加区域试验的品种，检查、监督区域试验执行情况。报审品种需经过2～3年的区域试验和1～2年的生产试验并在试验中表现综合性状优良、产量稳定。一般要求比当地推广品种（原种或一级良种）增产10%以上，杂交种15%以上。但在品质、成熟期、抗性等方面表现突出的品种，增产幅度虽稍低于上述水平，亦可报审。

报审按规定程序进行。首先由选育（引进）单位或个人提出申请，并由主持区域试验的单位推荐。报送时需附有品种来源、选育经过和完整的区域试验和生产试验资料，并提供规定数量的不带检疫性病虫害的原种种子。还需附有全株、果穗和籽粒（或果实、纤维）的照片和标本。然后由品种审定委员会根据品种特性、各种试验结果以及群众意见进行审定。经审定合格的品种由审定委员会统一编号、登记，建立品种档案，并报同级农业行政部门批准推广。最后由农业行政部门登记命名，并发给品种合格证书。省（自治区）、市品种审定委员会审定合格的品种需报全国品种审定委员会备案。未经审定或审定不合格的品种，任何单位和个人不得推广。

区域试验和生产试验是品种审定工作的基础，各省（自治区）、市品种审定委员会应根据自然生态区域设置有代表性并具备试验条件的不同作物区域试验点，制定区域试验实施办法，统一田间试验设计和实验测试标准。此外还需在作物生长期间组织有关人员进行实地检查，以保证区域试验工作的正常进行。

中国从1982年至1985年已审定水稻、小麦、玉米、高粱、薯类、棉花、油料、蔬菜、果树等作物优良品种近1 500个。

（曾观惠　陈　哲）

品种志 (flora of crop cultivars) 记述**农作物**品种的专著。它对每个**品种**作出全面的描述和评价。供引种、育种、生产和科学研究等利用。

中国编写的作物品种志一般在书首有序、编辑说明、品种特征特性、术语解释及记载标说明。还有品种概论，是品种志的重要部分，其内容一般是综合分析品种的演变和发展，总结作物育种和良种繁育、推广经验等。正文部分是对各个品种本身的描述和评价，一般包括品种的来历与类别、形态特征、生物学特性、产量、分布地区、栽培特点和利用价值等。书后附各种附录和索引，便于查阅。

中国幅员辽阔，生产上使用的品种很多，而品种志不可能将全部品种编入。一般根据下列条件选择入品种志：①生产上大面积推广的品种；②曾在生产上发挥较大作用，并在编写时仍有相当种植面积的品种；③虽然栽培面积不大，但对干旱、盐碱或某种病虫害等具有较强抗性，能长期种植的品种；④在育种、科学研究或分类上有一定价值的品种。随着农业生产的发展，农作物品种也在不断演变，故品种志常在间隔若干年后进行续编。

中国1964年首先出版《中国小麦品种志》；1981年出版《中国棉花品种志》、《中国亚麻品种志》；1985年出版《中国大豆品种志》、《中国谷子品种志》、《中国黄麻红麻品种志》；1986年续编出版《中国小麦品种志（1962～1982）》；1987年出版《中国烟草品种志》。有些省也编写出版了本省的作物品种志。

（钱曼懋）

品种资源 见种质资源。

平贝母 (ussuri fritillary) 百合科贝母属中的一个种，学名 *Fritillaria ussuriensis* Maxim.，多年生草本植物。因其鳞茎形如"聚贝子"，又兼扁平，故名。鳞茎入药。分布于中国长白山脉，辽宁省丹东地区和黑龙江省牡丹江地区亦有零星分布。生产于吉林省通化、延边、吉林等地区。栽培历史近百年。

株高30～60厘米。须根，多数。鳞茎扁圆盘状，由2～3个半月状鳞瓣抱合而成。茎圆柱形，光滑无毛。下部叶常轮生，上部叶对生或互生，披针形，顶部叶成卷须状。花单生于叶腋，钟形下垂，花被黄绿色，密布紫色网状斑纹。蒴果倒卵形，3室，具6纵翼，内含100～150粒种子。花期5月上中旬，果期5月中旬至6月上旬。



平 贝 母

出苗期3月下旬至4月上旬，枯萎期6月上旬，生育期两个月左右。喜冷凉、湿润，耐肥、抗寒。山坡、平地、河岸等处均可种植。宜在肥沃的砂质壤土和腐殖土上种植，忌盐碱、低洼和易涝地。用种子或鳞茎繁殖，以鳞茎繁殖为主。子贝于5月下旬随同贝母鳞茎一同采挖，分级播种，以中等种茎为好。在选好的地块上，按宽1.2米，作业道宽0.5米作畦，畦面挖浅槽，施入基肥，行株距5×5厘米，栽植时芽向上，覆土5～6厘米，上覆盖肥料或半腐熟落叶1～2厘米。生长期除草松土2～3次，适时摘蕾或疏蕾，注意排灌水。枯萎后搂净植株残茎，畦面种植遮荫作物。也可用种子繁殖，6月上旬采收成熟果实，稍晾干，脱粒播种。病虫害主要有平贝母菌核病 *Stromatinia rapulum*、平贝母锈病 *Uromyces liliilk*、灰霉病 *Botrytis elliptica*，蛴螬、非洲蝼蛄、大地老虎等。种子繁殖的5～6年后采收，鳞茎繁殖的移栽后2～3年采收。采收适期为5月下旬。每公顷产鲜贝6～7.5吨。鳞茎采收后，应立即在50～56℃温度下烘干或日光下晒干，置干燥处保存，防潮防蛀。

鳞茎含西贝母素（Imperialine）、贝母辛（Peimisine）、平贝碱甲（Pinpeimine）、平贝碱甙（Petilininoside）等。药理实验：西贝母素对麻醉狗有降压作用，对离体豚鼠、兔十二指肠、大鼠子宫及整体狗小肠均有明显松弛作用。解痉作用类似罂粟碱。味微苦，性微寒。有润肺、散结、化痰、止咳作用，为常用消炎、润肺、止咳、停喘药。主治虚劳咳嗽、吐痰咳血、心胸郁结、肺痿肺痈、瘿瘤、瘰疬、喉痹和乳痈等症。

（常维春）

平均数 (measures of average) 描述变数分布集中性的特征数。它是同质资料的典型或一般数量水平的代表数。主要包括算术平均数、几何平均数、调和平均数、中位数和众数。

算术平均数 简称平均数或均数，其应用最为广泛。样本平均数$\bar{x}$是样本中各观察值x_i（$i=1,2,\cdots\cdots,n$）与其频率$\frac{1}{n}$的乘积之和，见（1）式：

$$(1)\qquad \bar{x}=\frac{1}{n}x_1+\frac{1}{n}x_2+\cdots\cdots+\frac{1}{n}x_n=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i}{n}$$

总体平均数μ是有限总体中各观察值x_i（$i=1,2,\cdots\cdots,N$）与其概率$\frac{1}{N}$的乘积之和，见（2）式：

$$(2)\qquad \mu=\frac{1}{N}x_1+\frac{1}{N}x_2+\cdots\cdots+\frac{1}{N}x_N=\frac{\sum_{i=1}^{N}x_i}{N}$$

若各x_i值的出现次数f_i不同，则平均数是各x_i值与其频率$\frac{f_i}{n}$或其概率$\frac{f_i}{N}$的乘积之和，见（3）式和（4）式：

$$(3)\qquad \bar{x}=\frac{f_1}{n}x_1+\frac{f_2}{n}x_2+\cdots\cdots+\frac{f_p}{n}x_p=\frac{\sum_{i=1}^{p}f_ix_i}{n}$$

$$(4)\qquad \mu=\frac{f_1}{N}x_1+\frac{f_2}{N}x_2+\cdots\cdots+\frac{f_p}{N}x_p=\frac{\sum_{i=1}^{p}f_ix_i}{N}$$

f_i在数学中被称为权系数或权数，故这样算出的平均数称为加权平均数。$\bar{x}$有两个重要特性，即：各观察值x_i和$\bar{x}$之差（离均差）的代数和等于零，见（5）式：

(5) $\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})=(x_1-\bar{x})+(x_2-\bar{x})+\cdots\cdots+(x_n-\bar{x})=\sum x-n\bar{x}=0$

各个离均差平方的总和（简称平方和）为最小，见(6)式：

(6) $\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2<\sum_{i=1}^{n}(x_i-a)^2 \qquad (a\neq\bar{x})$

$\bar{x}$是μ的无偏估计量。

几何平均数（G） n个观察值的乘积开n次方，见(7)式：

(7) $G=(x_1\cdot x_2\cdot\cdots\cdots\cdot x_n)^{\frac{1}{n}}$

$$\lg G=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(\lg x_i)$$

常用于计算平均增长率。

调和平均数(H) 各观察值的倒数平均数的反倒数见(8)式：

(8) $\frac{1}{H}=\frac{1}{n}\left(\frac{1}{x_1}+\frac{1}{x_2}+\cdots\cdots+\frac{1}{x_n}\right)=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{x_i}\right)}{n}$

$$H=\frac{n}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{x_i}\right)}$$

若各x_i的次数f_i不同，则由(9)式计算H：

(9) $\frac{1}{H}=\frac{1}{n}\left(\frac{f_1}{x_1}+\frac{f_2}{x_2}+\cdots\cdots+\frac{f_p}{x_p}\right)$

$$H=\frac{n}{\sum_{i=1}^{p}\left(\frac{f_i}{x_i}\right)}$$

调和平均数主要用于表示平均速率。

对同一套资料存在着$\bar{x}>G>H$的关系。

中位数(M_d) 将全部数据按大小依次排列，位于正中间的那个数值。倘数据个数n为偶数，则中位数是最中间两个数值的算术平均数。分组资料M_d的计算见公式(10)：

(10) $M_d=L_{M_d}+\frac{\frac{n}{2}-A}{f_{M_d}}\cdot i$，

其中L_{M_d}和f_{M_d}分别为M_d所在组的低限及次数；n为样本容量；A为M_d所在组上方各组的总次数；i为组距。M_d多用作以50%为实验指标的特征数，因此它是位置特征数，为非参数性的。

众数(M_0) 资料中出现频率最大的数值。分组资料M_0的计算式见(11)式：

(11) $M_0=L_{M_0}+\frac{f_2}{f_1+f_2}\cdot i$

其中L_{M_0}为次数最多一组（众数组）的低限；f_1和f_2分别为众数组上面一组和下面一组的次数；i为组距。M_0亦为位置特征数，不受资料中极端值影响。它多用来描述不需作进一步处理的间断性变数的位置特征。

变数为对称分布时，$\bar{x}$、M_d、M_0三者相等，变数为非对称分布时，M_d一般位于M_0和$\bar{x}$之间。

（马泽仁）

平均数假设测验 (test of hypothesis of means) 由试验或调查的结果来推断关于单个、两个或多个总体**平均数**的统计假设可否接受的一种数学方法。大样本单个及两个平均数的假设测验用u测验，小样本用t测验，多个平均数则用F测验。

以t测验为例说明平均数的假设测验。

单个平均数的假设测验 测验一个样本平均数$\bar{x}$所属的总体平均数μ_0是否与指定的总体平均数μ有真实的差异。对于双尾测验，$H_0:\mu_0=\mu$，$H_A:\mu_0\neq\mu$；对于单尾测验，$H_0:\mu_0\geq\mu$，$H_A:\mu_0<\mu$，或$H_0:\mu_0\leq\mu$，$H_A:\mu_0>\mu$。

$$t=\frac{\bar{x}-\mu}{s_{\bar{x}}}$$

式中 $s_{\bar{x}}=s/\sqrt{n}$，s为样本标准差，n为样本容量。如果$|t|\geq t_{0.05}$或$|t|\geq t_{0.01}$，就可以分别在5％或1％显著水平上否定H_0而接受H_A。

两个独立随机样本平均数差数的假设测验 测验两个独立样本所属的总体平均数是否相同。两个样本的容量可相等或不等，可作双尾或单尾测验。双尾测验时，$H_0:\mu_1=\mu_2$，$H_A:\mu_1\neq\mu_2$；单尾测验时，$H_0:\mu_1\geq\mu_2$，$H_A:\mu_1<\mu_2$，或$H_0:\mu_1\leq\mu_2$，$H_A:\mu_1>\mu_2$。两个独立样本平均数差数标准误为：

$$s_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{s^2_{\bar{x}_1}+s^2_{\bar{x}_2}}=\sqrt{s_1^2/n_1+s_2^2/n_2}$$

式中 s_1^2、s_2^2及$s^2_{\bar{x}_1}$、$s^2_{\bar{x}_2}$分别为两个样本各自的方差和各自的标准误平方；n_1、n_2为各自的容量。在小样本条件下，可用s_1^2和s_2^2的加权算术平均数，即合并方差s^2代替s_1^2和s_2^2，

$$s^2=\frac{s_1^2(n_1-1)+s_2^2(n_2-1)}{(n_1-1)+(n_2-1)}$$

于是：$$s_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{s^2\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}$$

当$n_1=n_2=n$时，

$$s_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{2s^2/n}$$

$$t=\frac{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)-(\mu_1-\mu_2)}{s_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}},\quad \nu=n_1+n_2-2$$

如果$|t|\geq t_{0.05}$或$|t|\geq t_{0.01}$，就可分别在5％或1％显著水平上否定H_0而接受H_A。

两个配对样本平均差数的假设测验 测验配对的两个样本是否出自同一总体。配对是指两个样本各对应单位因有着某种联系而形成的对子，如相邻的两个植株、相邻的两个小区等。配对设计排除了某些环境条件的干扰而提高样本单位间的可比性。双尾测验的无效假设是各对样本单位的差数d_i的总体平均数μ_d为

零。即H_0: $\mu_d=0$; H_A: $\mu_d\neq0$。单尾测验时H_0: $\mu_d\geqslant C$, H_A: $\mu_d<C$; 或H_0: $\mu_d\leqslant C$, H_A: $\mu_d>C$, 其中C为一指定常数（包括0）。两个配对样本差数平均数标准误$S_{\bar{d}}$为：

$$S_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{\sum(d_i-\bar{d})^2}{n(n-1)}},\quad \nu=n-1$$

式中 $\bar{d}$为d_i的平均数，n为样本容量。

$$t=\frac{\bar{d}-\mu_d}{S_{\bar{d}}}=\frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$$

如果$|t|\geqslant t_{0.05}$或$|t|\geqslant t_{0.01}$，就可分别在5%或1%显著水平上否定H_0而接受H_A。（范 濂）

坡地土壤耕作 (tillage in sloping field)

针对坡地耕地特点采用的，旨在保水保土的土壤耕作法。通常，坡耕地的土壤肥力偏低，风蚀、水蚀较严重，土壤耕作除要达到一般疏松耕层、熟化土壤的目的外，还有保持水土的特殊要求。若不按照坡耕地特点耕作反而会加重水土流失。其具体作法常有以下几种：

等高耕作法　即沿着坡耕地等高线进行横向耕作。这是坡耕地耕作的基本方法，也是其它坡耕地耕作的前提。小于15°的缓坡地上，自下而上等高翻耕、耙压，而后种植作物。在15°以上坡地应用时，先要分段筑等高地埂，再按段用山地犁或双向犁进行等高横向耕作。若土层较厚，犁起的土垡都应向坡的下方翻转，逐年减缓坡度，最后形成坡式梯田或水平梯田。旱季耕翻后应及时耙压；雨季耕翻可待雨季结束时耕压。

沟垄耕作法　沟垄耕作是中国北方坡地旱作比较普遍采用的一种耕作方法，即等高耕作的基础上横向挑沟起垄，沟深和垄高随着坡度增加而增加。西北地区叫做山地水平沟；东北地区叫做环山垄；西南地区叫做横坡开行。有时，在垄沟中隔一定距离，筑一低于或相当于垄台高度的小土埂，形成垄作区田，以便拦蓄径流，淤积泥沙。开沟起垄一般采用带犁壁的犁，低垄一犁即可成垄，高垄则需要采取套犁耕作二犁成垄。随后用鸭蛋磙子压垄沟。湿润地区在垄上播种，半干旱地区播种于沟内。

在沟垄耕作基础上，也可演变成丰产沟。特点是：垄距加宽，垄沟加深，作物种在沟内，集中施肥，起到集水、贮墒、聚肥的作用，在旱薄坡地应用，增产效果十分明显。

坑田耕作法　亦称丰产坑，类似"掏种法"和"窝种法"。一般在山坡薄地上每隔一定距离挖一坑，坑的大小、深度随土层、所种作物而异。挖松坑内土壤施入优质粪肥和氮磷化肥，作物种在坑中、坑间不耕不种。坑排列为品字形，横行与等高线一致。然后，逐年扩大坑围或隔年在老坑间挖新坑的办法，最终消除坑间耕地，使各坑相连，全面改良旱薄坡地。

少耕和免耕法　在地面覆盖情况下，少耕和免耕具有明显的保土、保水、保肥等作用（见**少耕**、**免耕**）。当坡度小于15°时，采用传统耕作，即使辅以较好的水土保持措施，也不能如免耕那样能把水土流失量减轻到很少的程度。据美国俄亥俄州测定：在8°30′坡耕地上经过15分钟降雨35毫米之后，传统耕作试验区土壤流失量为6 940.5千克/公顷，而免耕试验区仅是260.25千克/公顷。

等高带状间作的耕作法　在坡度小于10°的坡地或漫岗地上，实行等高带状间作，或以冬播作物夏闲与春播作物冬闲间作；或以多年生牧草与一年生作物间作；或以果粮、林粮间作。带的宽度随坡度增加而变窄。间作作物收获后，按带的水平方向耕作。如此，带间有作物群体或其它植被覆盖，可减轻风蚀和水蚀。

参考书目

辛树帜、蒋德麒：《中国水土保持概论》，农业出版社，北京，1982。

（马世均）

泊松分布 (Poisson distribution)

间断性变数的一种重要理论分布。又名小机会定律。泊松分布可看作是二项分布的特例。在二项分布中，当p或q极小（≤0.01），n又很大时，可导得的一个分布为：

$$e^{-m}e^{+m}=e^{-m}\left(1+m+\frac{m^2}{2!}+\frac{m^3}{3!}+\frac{m^4}{4!}+\cdots\cdots\right)$$

称为泊松分布。其中$m=np$，$e=2.71828\cdots\cdots$。其变量x的概率$f(x)$为：

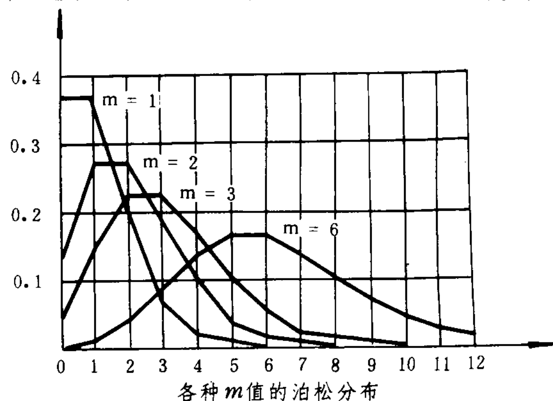
$$f(x)=e^{-m}\frac{m^x}{x!}\qquad(x=0,1,2,\cdots\cdots)$$

泊松分布在生物研究中是经常遇到的。例如昆虫在一定面积上的分布，某一作物种子样品中所含杂草的种子数，单位容积牛奶中的细菌数等随机变数，往往服从泊松分布。

泊松分布的平均数及标准差为：

$$\mu=m,\quad \sigma^2=m,\quad \sigma=\sqrt{m}$$

所以这个分布只包含一个参数m，由m的大小决定其分

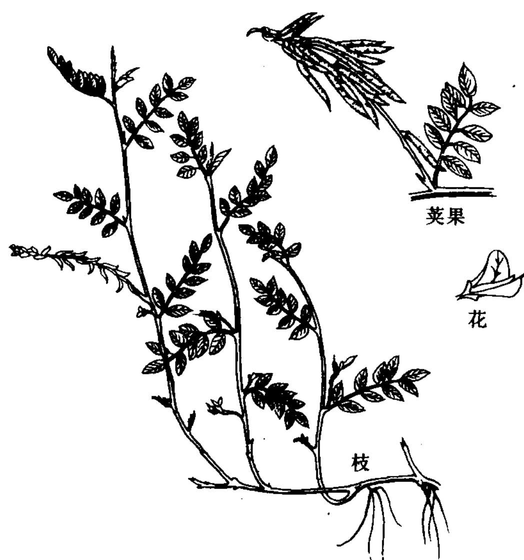


各种m值的泊松分布

布形状。m值愈小，分布愈向左偏；m增大，则趋向正态分布（见图）。在实际应用时，如$m>10$，可用正态分布近似代替泊松分布。（姜藏珍）

铺地木蓝 (trailing indigo) 豆科木蓝属的一个种，学名*Indigofera endecaphylla* Jacq.，多年生草本。又名地蓝、九叶木蓝。果园覆盖绿肥作物。原产印度、斯里兰卡、越南、泰国以及热带非洲西部。中国的福建、台湾、广东、广西、云南等省（自治区）均有种植。

主根粗大，长100～120厘米，侧根发达；茎卧地生长，基部分枝多，可发生不定根，茎枝长1～1.5米，扁平略具棱角，具白色稀疏茸毛；奇数羽状复叶，小叶5～11片，9片居多，叶背被白色茸毛；总状花序，花冠深红色；荚果圆锥状，先端尖锐，含种子4～7粒；种子长圆形褐灰色，千粒重3克左右（见图）。



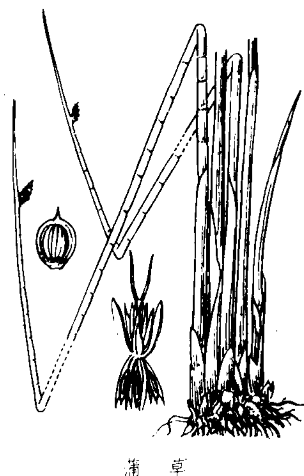
铺地木蓝

性喜温暖湿润气候，在0～－3℃下极易冻死，耐旱、耐酸、耐荫性强；对土壤要求不严，短日照，自花授粉植物。可用种子育苗或直播，也可以插条繁殖，种植于南方丘陵茶、果园的梯壁上及树行之间，宜距树干一米以上，以免与树争水，有保土、保水、降地温、抑制杂草、提高土壤肥力等效用。鲜草产量为20～40吨/公顷，种子为600～750千克/公顷。鲜草含N0.58～0.62%，$P_2O_5$0.104%，K_2O 0.82%。

（顾荣申）

蒲草 莎草科蒲草属中的一个栽培种，学名*Lepironia articulata* (Retz.) Domin，多年生草本植物。用作编织的纤维作物。别名芏、通草、蒲芏。中国广东省高要县栽培最早，约有300多年的历史，广西壮族自治区也有少量栽培，20世纪50年代四川、云南、湖南、江西、福建等省也从广东引种栽培。主要有蒲苞草、迳草和铁线草三个变种。斯里兰卡、马来西亚、新加坡、印度尼西亚、马达加斯加、澳大利亚、越南等国均有野生分布。

须根系，具地上茎和地下茎。地下茎，圆形，粗约1厘米，外被褐色鳞片，顶端有分生组织，是进行无性繁殖的器官。地上茎，圆柱形，长100～200厘米，粗3.2～5毫米，晒干后可见明显的节和节间，节间距1～1.2厘米，含粗纤维素40.4～45.6%，韧性较好，是编织的原料。鞘叶，位于地上茎基部，通常着生5片叶，保护着蘖芽、根生长点和地上茎基间分生组织。花侧生于地上茎近端处，为单一穗状花序，雌雄异花授粉。果实为扁形小坚果，色暗褐。种子经处理后，有一定的繁殖能力。


蒲 草

地上茎的生长过程，可划分为分蘖芽萌发、草茎伸长、开花结实及草茎纤维成熟3个时期。草茎伸长，是茎基部分生组织活动和节间细胞的有丝分裂及细胞伸长的结果。伸长最快的时期是草芽从地下茎萌发出土后的头两个月，始花后草茎伸长生长趋结束。从草芽萌发出土至种子成熟，一般为120～130天，其中从始花到种子结实约60天。始花后，是种子和草茎纤维的发育成熟时期。

蒲草是短日照喜温好湿作物，既耐淹又耐旱，对土壤选择不严，适应性广，并可忍受短时间的低温霜冻。草芽萌发时期要求温度在12℃以上，最适温度为19～29℃；草茎伸长时期的最适温度为28～32℃，当温度为11.6℃时，草茎伸长则停止；开花结实的适宜温度为20～35℃，最适温度为28～32℃。

新植草栽植前要整地，选择有3～4年草龄带草茎的草龙用作繁殖培育种苗，待苗龄达10个月以上时可移栽。移栽时间春季为3月下旬至4月下旬，秋季为8月上旬至9月上旬两个时期。本田插植规格，一般为16～23厘米。栽插时要护芽，深度以10厘米左右为宜。草田封行前要进行多次中耕除草。施肥数量可按每生产1 000千克原料草，约需从土壤中吸收氮10.7千克、磷（P_2O_5）5.5千克、钾（K_2O）12千克，即氮磷钾的比例约为1∶0.5∶1.1配合施用，可分作基肥和追肥施入。一般在12月下旬至1月下旬施的肥称冬肥，主要作用是壮苗御寒越冬；4月上旬施的肥称春肥，主要作

用是促蘖芽萌发;5月下旬施的肥称夏肥，主要作用是加速草芽萌发和促草茎伸长;8月上旬施的肥称秋肥，主要作用是补充土壤肥力的不足。草田灌水原则是:薄水栽草，浅水(约3厘米)定根返青，深水(4～6厘米)越冬，冬前冬后间歇露田湿润灌溉，晒田一段时间后割草。一般新栽植的蒲苗经生长一年半后可收割。收割适期为9月下旬至11月底。割草时宜用刀平坭面割，以利宿根再生。宿根草的栽培，是在收割蒲草后利用留于草田里的地下部蘖芽繁殖培育成草。栽培管理基本与新植草相同，差别在于要将留在草田里的下脚草烧掉，促蘖芽齐壮出土，待芽高2寸时灌好蘖芽水和施追肥，翌年秋后即可收割。蒲草种植后可连续收割四年，每年每公顷产11吨左右，高产的可超过15吨。但收割四年之后产量显著下降，一般到第五年需进行更新。不宜连作，可与水稻或旱作物轮作。

70年代以来，由于尼龙袋的发展，蒲草只限于军需、防洪、包装药材和出口蚕丝等方面;述草又名中种草、花席草，草茎较细，囊厚且纤维拉力强，用于编织床席。著名的肇庆花席(高要花席)就是以述草为原料编织的;铁线草，又名线仔草或细种草，草述最细，囊厚纤维拉力强，用于编织枕席、垫席、草篮等。

（李林生）

普通菜豆 (common bean)

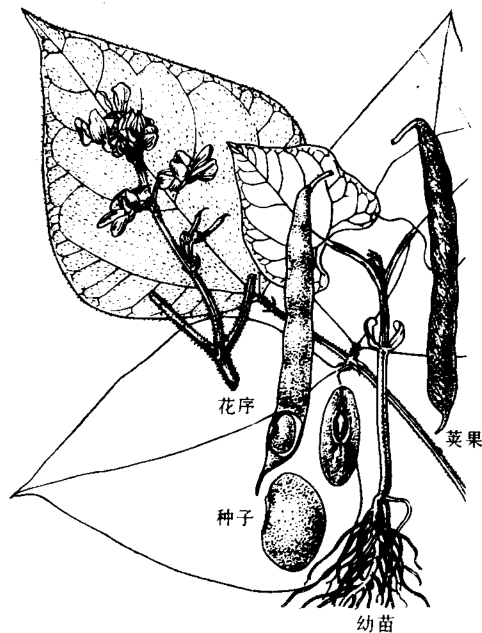
豆科菜豆属栽培种，学名*Phaseolus vulgaris* L.一年生草本植物。别名:四季豆、芸豆。具有粮食、蔬菜、饲料和肥料等用途。

起源和栽培史　普遍菜豆起源于中美洲，后来传入北美和南美洲，在秘鲁形成了大粒和大荚型。1492年哥伦布发现美洲后，由西班牙人传到欧洲，再传到其他各地，并在中国产生软荚变种 *P. vulgaris* L. var. *chinensis* Hort.，形成为次生起源中心。1551年第一次用英文称菜豆为kidney bean。1654年从中国传到日本。现已在热带、亚热带及温带地区广为栽培。

分类　染色体2n＝22。种以下根据形态特征、用途结合某项特性进行分类，除蔬菜用的软荚菜豆外，一般将收干豆粒的菜豆分为四种类型:海军豆(navy beans)即小粒型菜豆，粒长0.8厘米以下，卵圆形或椭圆形，广泛栽培，主要制作罐头;中粒型菜豆(mediumharicot beans)，粒长1～1.2厘米，厚度不及长度的一半，具有浅黄色带粉红色斑点;长豆(marrow beans)，粒长中等或稍大，一般长1～1.5厘米，厚度超过长度的一半;肾形豆(kidney beans)，粒长1.5厘米以上，粒肾形，粒色白或深浅不同的红色或紫红色，有时有斑点。按株型分为矮生型、半蔓型和攀缘蔓生型。

生产和分布　菜豆是世界栽培面积较大的食用豆类作物之一，主要分布在拉丁美洲、亚洲和非洲。1986年世界约有90个国家种植菜豆，干菜豆收获面积约2 620.7万公顷，总产量约1 475万吨，平均每公顷为563千克。主产国为印度、巴西、中国、墨西哥、美国及乌干达。中国各地均有栽培，主产区为云南、贵州、陕西、河北、黑龙江、山西、吉林及台湾等省，每公顷产量为1 100～1 500千克。

形态特征　矮生型株高30～60厘米，有限结荚习性;蔓生型主茎长2～4米，无限结荚习性;半蔓生型主茎长不超过1.5米，分有限和无限结荚习性。圆锥根系，幼茎绿色、浅红色或紫红色。子叶出土，初生叶心脏形，真叶为三出复叶、互生、叶柄较长。小叶卵圆形、菱卵形、心脏形。总状花序，腋生，花梗比叶柄短，每一花梗着生2～8朵小花，白色、浅红或紫红色，龙骨瓣弯曲，花柱螺旋状，荚扁平或圆筒形，直或弯曲。成熟前为绿色或浅黄色，有的品种还有红色或紫色斑纹，成熟后一般为粉白、黄白、黄褐色，每荚含种子4～10粒，粒间有薄膜，粒形有椭圆、肾形、扁圆、长圆等形。种皮有白、黄、褐、红、紫红、蓝、黑等色及各种花纹和花斑。百粒重15～70克。



普通菜豆

生物学特性　菜豆花粉较少，自花授粉，上午5～7时开花最盛。开花前一天花粉就能发芽，花药裂开前10小时到裂开时花粉发芽率最高。开花前三天雌蕊已有受精能力，常在开花前授粉。在适宜的温度下授粉4小时后，受精率达80%。开花后5～10天荚明显伸长，15天基本长足，25～30天内完成种子发育。

为喜温作物，不耐霜冻，矮生类型耐低温能力较强。种子发芽适宜温度为20～25℃，最低温度为10℃，最高为35℃;幼苗生长适宜温度为18～20℃，最低

13℃；开花结荚期适宜温度为18～25℃，最低10℃短日性植物，但大多数品种对光照反应不敏感，这类品种适应地区较广，播种期长。中国栽培的多为此类品种。

生长期间要求雨量均匀。花粉形成期是干旱的临界期，开花期相对湿度在50%以上为宜。适宜的土壤湿度为田间最大持水量的60～70%，低于这个指标，根系发育不良，开花期干热风会引起落花，降低产量。

菜豆宜种植于有机质丰富、土层深厚、排水良好的壤土。pH值以6.0～7.0为佳。对高浓度的铝、硼、锰和钠很敏感。土壤溶液含盐量达1 000ppm以上时，植株生长不良，尤其不耐含氯化盐的盐碱土。

种质资源与育种　中国已搜集的菜豆资源约2 500份，以蔓生类型最多，其次是直立型和半蔓型。按生育期分，有特早熟、早熟、中熟和晚熟；有各种花色、粒色和粒形。栽培品种以农家品种为主，如红芸豆、苏粒豆、鸡腰豆、小白云豆、红桩桩豆、花刀豆等。

设在哥伦比亚的国际热带农业研究中心（CIAT）在1983年保存菜豆种资源约28 000份，野生菜豆300多份；美国柯林斯堡全国贮存实验室保存菜豆约4 200份；英国剑桥大学保存有4 250份。

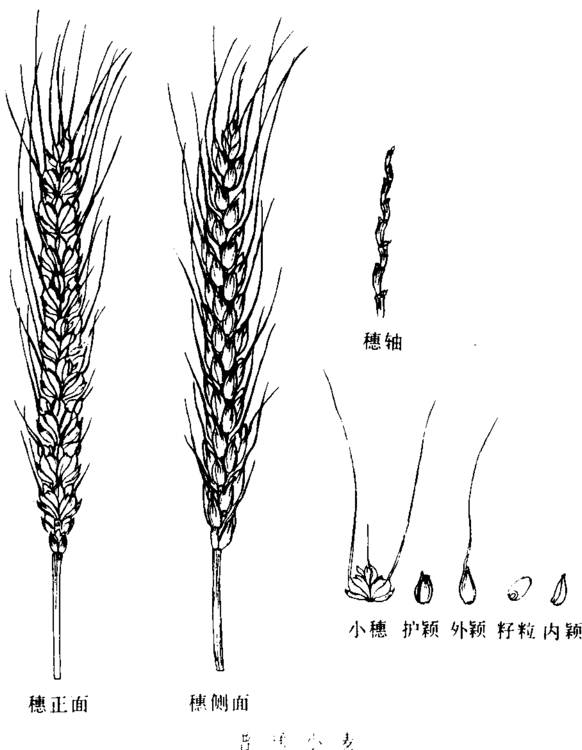
中国黑龙江省已育成新品种"龙云1号"，并推广利用。法国用栽培品种与野生种杂交和回交育成了抗炭疽病的品种，还选育出适于机械化栽培的品种。国际热带农业研究中心通过杂交选育出抗病、高产、耐瘠及适应性广的品种，如Ba＋76、Dor60、Ex-rico23、Ba＋304等。

栽培　中国的菜豆主要与**玉米**、**高粱**、**棉花**、**马铃薯**、**甘薯**等**间作**或**套种**，也有单作，或在田埂、隙地种植。在拉丁美洲与玉米间作的面积约占菜豆栽培面积的70%。不宜连作，3月到8月播种。播前需施足基肥，子叶出土和幼芽顶土能力弱，需精细整地，墒情适宜。单种时蔓生品种行距为65～85厘米，穴距15～25厘米，每穴3～4粒种子。每公顷用种量60～90千克，抽蔓时设支架。矮生品种行距40～50厘米，穴距15～25厘米，每公顷播种量75～180千克。播种深度3～5厘米。间作和套种时，应采用大小行方式，密度随主作物而异。每公顷菜豆一年一季的可固氮40～90千克，开花前可轻施氮、磷、钾速效肥。矮生品种宜早追肥；蔓生品种生育期长，坐荚后追施磷钾肥，缺磷时，开花不良，磷肥过多可促使早熟，钾肥能促进根瘤菌和豆荚生长，增加籽粒产量，改进品质，减少硬实。喷施少量镁、铁、锌、铜可提高产量和改进品质。苗期应注意保墒，开花初期水分过多，易徒长，引起落花落荚。坐荚后要保持土壤湿润。高温季节可在早晚间灌水，以降低地面温度，保证植株和荚果正常生长。矮生品种一般在全株有2/3荚变黄后一次收获；蔓生品种须分3～4次收获。

主要病害有炭疽病*Colletotrichum lindemuthianum*、普通花叶病毒病、黄花叶病毒病、根腐病*Fusarium solani*。主要虫害为蚜虫、白粉虱 *Trialeuredes vaporariorum*、绿豆象*Callosobruchus chinensis*。

营养成分和用途　籽粒含蛋白质17～23%，脂肪1.3～2.6%，碳水化合物56～61%，还含有钙、磷、铁及各种维生素。蛋白质中含有人体必需的8种氨基酸。籽粒用作主食，也用来制豆沙和糕点，嫩豆可作蔬菜，制罐头和快速冷冻，干籽粒含有植物血细胞凝集素〔Phytoh(a) emagglutinin〕具有医用价值。秸秆是家畜的良好饲料。（段醒男）

普通小麦 (common wheat)　是小麦属的六倍体种之一，学名*Triticum aestivum* L. 或 *T. vulgare* Host，又称软粒小麦 (soft wheat) 或面包小麦 (bread wheat)。染色体数2n＝6x＝42，染色体组型为AABBDD。其品种繁多，种植面积约占小麦总面积的90%，是全世界最主要的粮食作物（见图），可制面包、馒头、面条、糕点等多种食品。



普通小麦

普通小麦起源于西亚，分布于世界各地，种植面积大的国家有苏联、中国、美国、印度、加拿大、澳大利亚等。在中国的栽培历史约4 000年。各省（自治区）、市都有分布。普通小麦的类型丰富，共有321个变种。中国有变种120余个，主要有 var. *erythrospermum*（长芒、颖无毛、白颖壳、红粒），var. *ferrugineum*

（长芒、颖无毛、红颖壳、红粒），var. *lutescens*（无芒、颖无毛、白颖壳、红粒），var. *milturum*（无芒、颖无毛、红颖壳、红粒），var. *graecum*（长芒、颖无毛、白颖壳、白粒），var. *albidum*（无芒、颖无毛、白颖壳、白粒），var. *rhodo-chiovendae*（长芒、颖无毛、红颖壳蓝黑边、红粒）和 var. *erythroleucon*（长芒、颖无毛、红颖壳、白粒）。

植株高度多在80～120厘米之间，一般为100厘米左右，茎秆多中空。60年代随着矮化育种的发展，矮秆、硬秆品种逐渐增加。植株叶片数随着品种的冬春类型和分布地区有所变化，大体上春性品种7～12片，冬性品种12～16片；春性品种较宽，冬性品种较狭。茸毛有多有少。一般冬性品种分蘖较多，春性品种分蘖较少。穗轴不易折断，穗正面宽于侧面，有纺锤形、长方形、棍棒形、椭圆形及分枝型等类型。穗长5～15厘米，穗密度D＝15～30，小穗多花多实。芒有长芒、短芒、顶芒、无芒、曲芒等；颖色有红、白和黑，有时护颖外缘带有黑边；护颖的形状分圆、椭圆、卵圆、披针形等，颖嘴分钝、锐和鸟嘴等形状，颖肩变化也多，分无肩、斜肩、方肩、丘肩等，颖脊仅上半部较明显。籽粒从深红、红、浅红、黄到白色分成一系列的颜色；地方品种千粒重20多克，改良品种一般30～40克，大者可达50克以上。种子休眠期与种皮颜色、种皮对氧气通透程度存在着高度相关性，一般白皮品种较短，红皮品种则较长。

普通小麦在全世界分秋播和春播两大类型。春播小麦阶段发育特性为春性，秋冬播小麦阶段发育特性则依分布地区的纬度、海拔和气候条件而异，大体上低纬度地区以春性为主，中纬度地区以弱冬性为主，高纬度地区则以冬性为主。一般幼苗匍匐、颜色深绿的品种多属冬性，抗寒力较强；幼苗直立，颜色浅绿的品种，多属于春性，抗寒力弱；幼苗半匍匐，颜色居中的品种多属于弱冬性，抗寒力中等。

生育期依品种和地区不同，差异很大，中国春麦区一般为100天左右，冬麦区一般为200～250天。东北春小麦生育期短的只有80～85天，华南冬小麦少者不超过120天；青藏高原地区的冬小麦，最长可达300天以上。秋播小麦自8月直到12月播种，次年3月初到6月下旬收获，春播小麦3月或4月间播种，7月至9月收获。普通小麦对冬季寒冷和春霜的冻害有一定抵抗性，抗寒力强的冬性品种可耐－20℃左右的低温；某种品种对干旱、水渍、盐碱和酸性土壤均有一定的适应性。古老的地方品种对特定环境条件的适应性好，抗灾力强，也比较耐瘠，但耐肥性差。随着矮化育种的发展，品种的耐肥性逐步提高，产量可以达7 000千克/公顷而不致倒伏，有的甚至每公顷产量可达1万千克以上。通过品种改良已选出一些分别能够抵抗黑穗病、锈病、白粉病、病毒病以及耐赤霉病的品种。利用形态抗性，也选出一些抗吸浆虫的品种。中国长江以南的品种籽粒质地以软质较多，黄河以北的品种以硬质、半硬质较多；蛋白质含量在10～16%之间，有些品种蛋白质含量高达18%左右。

普通小麦的品种改良及研究工作是做得最多的作物之一。世界各地不仅广泛进行种内品种间杂交育成了众多的新品种，而且在利用其它小麦种或亲缘植物与之杂交，创造新种质以及合成新物种等方面，也取得较显著的成效。（赵德芳）

普通型花生（common type of peanut）

与其他花生类型相比较，没有显著特征的花生。栽培花生中的一个类型。荚果二室，果喙与果腰有或不明显，多数品种荚壳较厚，网纹较平滑，荚果略呈有勾嘴的蚕茧形，种子与荚壳间隙较大，品种间荚果形状有明显的差别。种子长圆柱形，表面光滑，种皮色从白粉、浅红、红紫、褐以至红白间色，大粒的居多。典型的交替开花型。主茎上无花序，全部是分枝（第一次侧枝）、再生分枝上较多。可以有第二、第三甚至第四次分枝，在侧枝上分枝与花序两两交替着生，很有规律，通常第一、二节分枝，个别情况下分枝规律不完全一致，但其交替关系仍然是很明显的。开花部位很分散，花期长，生育期长达150天左右，北方花生产区的一年一熟大花生均属此类型。枝、叶绿色或浓绿色，毛茸少而稀，叶片倒卵圆形；清晨开花，通常中午以后即开花凋谢。在这个类型中茎、枝、叶、花等性状均大同小异。唯植株形态（侧枝与地面的关系）从直立、丛生、半蔓、匍匐以至蔓生等许多中间形态而成为品种间的主要区别特征。种子休眠性中等，最适发芽温度15℃以上，种子发芽和幼苗生长均较缓慢，生育期较长。（段廼雄　孙大容）

Q

期望均方 (expected mean square)　方差分析中样本均方所估计的总体理论方差组成。简写为EMS。单向分组组内观察值数目相等的试验，其线性模型为$X_{ij}=\mu+\alpha_i+\varepsilon_{ij}$，固定模型时，限制条件为$\sum\alpha=0$，$\varepsilon_{ij}\sim N(0,\ \sigma^2)$，随机模型时，限制条件为$\alpha_i\sim N(0,\ \sigma_A^2)$，$\varepsilon_{ij}\sim N(0,\ \sigma^2)$。其EMS见下表。

变异原因	df	MS	EMS	
			固定模型	随机模型
处理间	k−1	MS_t	$\sigma^2+n\kappa_A^2$	$\sigma^2+n\sigma_A^2$
处理内	k(n−1)	MS_e	σ^2	σ^2

该试验处理间均方为$MS_t=n[\sum_1^k(\bar{x}_i-\bar{x})^2/\ k-1]$。固定模型时，$[\sum_1^k(\bar{x}_i-\bar{x})^2/k-1]$估计了$(\kappa_A^2+\frac{\sigma^2}{n})$，其中$\kappa_A^2=\sum\alpha_i^2/k-1$，后面部分$\sigma^2/n$为由样本平均数估算时的误差，这样，$MS_t$估计了$n(\kappa_A^2+\sigma^2/n)=\sigma^2+n\kappa_A^2$。同理，随机模型时，$MS_t$估计了$\sigma^2+n\sigma_A^2$。

两向分组单独观察值资料的线性模型为$X_{ij}=\mu+\alpha_i+\beta_j+\varepsilon_{ij}$，各MS所估计的EMS见下表。

变异原因	df	MS	EMS			
			固定模型	随机模型	混合模型	
			$\sum\alpha_j=0$ $\sum\beta_j=0$	$\alpha_i\sim N(0,\ \sigma_A^2)$ $\beta_j\sim N(0,\ \sigma_B^2)$	$\sum\alpha_i=0$ $\beta_j\sim N(0,\ \sigma_B^2)$	$\alpha_i\sim N(0,\ \sigma_A^2)$ $\sum\beta_j=0$
A因素	k−1	MS_A	$\sigma^2+n\kappa_A^2$	$\sigma^2+n\sigma A^2$	$\sigma^2+n\kappa_A^2$	$\sigma^2+n\sigma_A^2$
B因素	n−1	MS_B	$\sigma^2+k\kappa_B^2$	$\sigma^2+k\sigma_B^2$	$\sigma^2+k\sigma_B^2$	$\sigma^2+k\kappa_B^2$
试验误差	(k−1)(n−1)	MS_e	σ^2	σ^2	σ^2	σ^2

两向分组重复观察值时，其线性模型为$X_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_j+(\alpha\beta)_{ij}+\varepsilon_{ijk}$，各MS所估计的EMS见下表。

对期望均方组成的了解有助于确定变因显著性测验的比较对象。例如两向分组重复观察值资料中测验A因素的显著性时，第一、四种情况应将MS_A与MS_e作比较；第二、三种情况则应与MS_{AB}作比较，即被测验均方的EMS与用作比较标准的均方的EMS，应该只差一项该试验因素效应的方差分量（参见**方差分析**和**线性可加模型**）。

变异原因	df	MS	EMS			
			A、B均固定	A、B均随机	A固定，B随机	A随机，B固定
A因素	k−1	MS_A	$\sigma^2+mn\kappa_A^2$	$\sigma^2+n\sigma_{AB}^2+mn\sigma_A^2$	$\sigma^2+n\sigma_{AB}^2+mn\kappa_A^2$	$\sigma^2+mn\sigma_A^2$
B因素	m−1	MS_B	$\sigma^2+kn\kappa_B^2$	$\sigma^2+n\sigma_{AB}^2+kn\sigma_B^2$	$\sigma^2+kn\sigma_B^2$	$\sigma^2+n\sigma_{AB}^2+kn\kappa_B^2$
A×B互作	(k−1)(m−1)	MS_{AB}	$\sigma^2+n\kappa_{AB}^2$	$\sigma^2+n\sigma_{AB}^2$	$\sigma^2+n\sigma_{AB}^2$	$\sigma^2+n\sigma_{AB}^2$
误差	km(n−1)	MS_e	σ^2	σ^2	σ^2	σ^2

期望均方还可用以估计各变因的方差分量，从而对总体的变异作出评估。例如两向分组单独观察值资料，若A为基因型因素，B为区组因素，用随机模型时，则可估计出$\hat{\sigma}_A^2=(MS_A-MS_e)/n$。$\sigma_A^2$为基因型方差，由此可估计组内**相关系数**。$h^2=\sigma_A^2/(\sigma_A^2+\sigma^2/n)=(MS_A-MS_e)/MS_A$，这在遗传育种上即为遗传力。

（盖钧镒）

旗草 (palisade grass)　禾本科臂形草属的一个种，学名*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf.，又名栅状臂形草。多年生牧草。原产于热带非洲年雨量800毫米以上的稀树草原地区。东非、西非、马达加斯加、澳大利亚、斯里兰卡等热带地区均有栽培。1963年从斯里兰卡引入中国海南省试种。生长良好。茎下部平卧，茎节生根，斜向上生长，高达1米。叶披针形，长5～40厘米，宽6～15毫米，深绿、叶缘粗糙，叶片和叶鞘密被柔毛。圆锥花序，由2～8个总状花序组成。总状花序长5～15厘米，排列于穗轴一侧。小穗长4～6毫米，具短柄。喜热带潮湿气候，不耐寒。对土壤要求不严，但要排水良好，尤其适于在酸性瘦土上种植。能自行繁殖扩展，侵占性强，能抑制杂草生长。耐放牧、火烧，亦稍耐荫。开花期长，结实率低。一般用长根的匍匐茎或分株繁殖，植距60×60厘米或80×80厘米，雨季种植。宜与**蝴蝶豆**、**笔花豆**、**爪**

哇葛藤、链荚豆等豆科牧草混种。一般每公顷年产干物质8～15吨，干物质含粗蛋白质6.1～8.7%，适于改良酸性瘦土天然草地。（蒋侯明）

畦作栽培 (seed-bed culture)　将农田分隔成若干小区（畦）的栽培技术。便于灌溉和排水，防止干旱和涝渍为害。中国早在战国时期的《吕氏春秋》（公元前239年）中，就有记载。

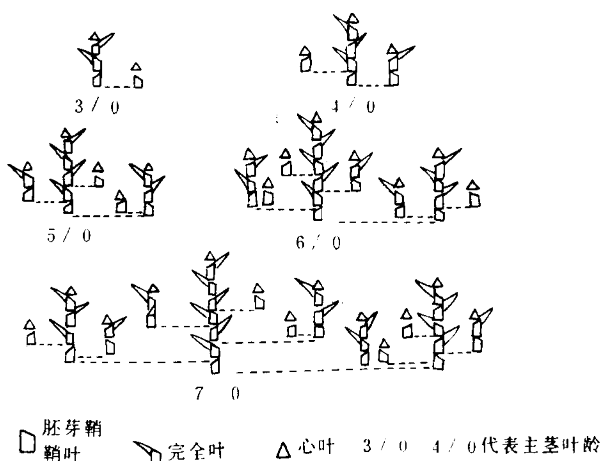
根据畦作的田间布置，可分为平畦和高畦两种形式。平畦：畦面和地面持平，灌渠底面略低于畦面或相近。畦与畦之间有小土埂，埂高出地面，用以调节水流，保证灌溉均匀，节约用水和提高水的利用率。畦面平整，大小随地势、坡降、土壤、水源、作物种类、种植方式及农机具而确定。畦长方形，通常长30～100米，宽2～4米，多为农机具的倍数。中国淮河以北的黄淮海平原地区，多采用这种畦作方式。

高畦：开沟作畦，畦面高出地面，畦间有沟，畦面大小视排水需要而定，高畦的优点是排水良好，雨后土壤湿度及近地面的空气湿度均比较小，有减轻病害的作用，适于多雨、地下水位高和地势低洼的地区采用。淮河以南广大地区的旱作物栽培，几乎全部采用高畦耕作方法。高畦的田面布置（即开沟），以排水畅通和提高土地利用率为原则。高畦开沟方法已发展为深、窄沟排水和明暗沟结合。高畦开沟形式有明沟、暗沟、明暗结合三大类。明沟：采用深、窄、少的开沟作畦原则，实行田内沟、田外围沟和总排水沟的"三沟配套"。田内沟畦布置，横沟每隔30～50米，竖沟每隔两畦开一条，竖沟较横沟要深，而田外围沟和总排水沟的深度则又逐渐加深，最深的在80厘米以上。暗沟：在田间土层内挖沟或铺设管道，由地下排水代替明沟排水，田面不作畦，土地利用率高。暗沟的埋设深度以能降低地下水位为出发点，沟底要呈一定的坡降度，即出水口应比沟的上端落低10厘米左右，以利排水。明暗结合：除在耕作层以下开挖或埋设暗沟外，田面排水仍采用高畦形式，畦面较宽，沟的深度较浅，雨涝时浅明沟能迅速排除地面水，暗沟可排除耕层滞水和降低地下水；干旱时，水分则通过暗沟，渗透到畦面以湿润土壤。

（熊宝山）

器官同伸关系 (synchronous development of plant organs)　作物的某些器官在同一时期内呈现有规律的生长或伸长的对应关系，也称器官同生关系。这种对应关系既表现为同名器官之间，如不同叶位叶的生长，也可表现为异名器官之间，如叶与茎或根，乃至叶与结实器官分化形成之间。如禾谷类作物叶的形成过程，可分为叶原基突起形成，叶的组织分化，叶片的伸长，叶鞘的伸长。以水稻为例，当主茎上n叶片展开时，上一叶（n+1）正在迅速伸长，上二叶（n+2）进行组织分化，上三叶（n+3）叶原基形成。棉花不同果枝不同节位的现蕾开花顺序也具有同伸规律。如现蕾开花顺序在果枝间是从下向上，在同一果枝上则从内向外，而不同果枝及其不同节位的花蕾，其现蕾开花期有同伸对应关系。如第一果枝的第二节与第四果枝的第一节，第一果枝的第三节与第四果枝的第二节，分别表现为同时现蕾开花。第二果枝与第五果枝，第三果枝与第六果枝，依此类推，均呈现如第一果枝与第四果枝相应节位现蕾开花的同伸规律。

禾谷类作物的根、茎、叶以及主茎与分蘖同伸关系的研究资料甚多，稻麦的叶蘖同伸规律已基本清楚。以小麦为例，如图所示。当小麦幼苗主茎生出第三叶片时，由胚芽鞘中长出胚芽鞘分蘖的第一叶；当主茎生出第四叶片时，在主茎第一叶的叶腋生出分蘖第一叶，胚芽鞘分蘖生出第二叶；当主茎生出第五叶片时，胚芽鞘分蘖生出第三叶，第一分蘖生出第二叶，同时在主茎第二叶的叶腋中生出第二分蘖的第一叶；当主茎出现第六片叶时，在主茎第三叶的叶腋中生出分蘖的第一叶，此时第一叶的叶腋中的分蘖已生出第三叶，在其鞘叶的叶腋中又长出分蘖，是为二级分蘖。在分蘖期间，当主茎上每生出一片叶时，即沿主茎分蘖节位由下而上顺序长出各个分蘖，同时在各个分蘖上也相应地出生分蘖。根据上述叶蘖出生的次序，可以知道同一时期内同伸的叶蘖，同时依据主茎叶片数，可以推算当时应有的分蘖数。



小麦分蘖同伸关系示意图

在一定的环境条件下，禾谷类作物叶片出生与幼穗分化进程的对应关系，具有比较稳定的特点，因此

可以根据主茎叶龄来推断植株内部幼穗分化进程。但当环境条件改变时，如不同时期播种，主茎总叶片数会发生变化，因而主茎叶龄与幼穗分化进程的对应关系便有所不同。所以应用上述同伸规律时，必须注意环境条件的相近以及所用品种的一致。

作物器官同伸关系的规律，在禾谷类作物栽培上已付诸应用。小麦叶龄指标促控法，就是依据小麦外在的表现，判断其各部位特别是幼穗分化进程，采取促控结合的栽培措施，收到增产的效果。

（王瑞舫）

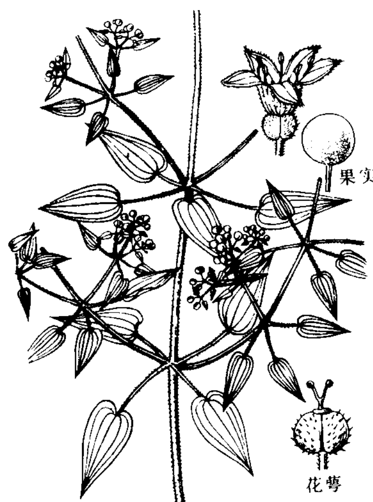
浅水勤灌 (frequent irrigation with shallow water) 中国稻田灌溉的主要方式之一。即通过合理的灌溉排水，使水稻各主要生育阶段，田间均保持2～3厘米浅水层。这种灌溉方式基本适应于水稻生理需水和生态需水的要求，且系针对以往稻田长期淹灌深水这一不良习惯而命名的。由于水稻不同生育期对水分的要求不同，各类稻田的生态条件也有差别，故浅水勤灌的原则必须灵活运用。一般说，秧苗移栽时因根系受伤，吸水力弱，容易失去水分平衡，返青期间宜保持适宜水层。早稻早栽时气温低，白天宜灌浅水，提高水温泥温，以利成活；中晚稻返青时气温高，日照强，叶面蒸腾大，应适当加深水层，有利返青。返青后进入分蘖阶段，为促进分蘖早生快发，使根系发达，稻株健壮，宜浅水勤灌，以提高水温泥温，增大昼夜温差，增加土壤氧气和有效养分，并使稻株基部光照充足，为水稻分蘖创造良好环境。浅灌比深灌分蘖早，分蘖节位低，不仅能增加分蘖数量，而且能提高分蘖成穗率，因此不论早、中、晚稻，均宜勤灌浅水，分蘖后期或分蘖够苗时，即排水晒田（见晒田）。稻穗发育至出穗期，是水稻一生中需水高峰期，其需水量约占全生育期40%左右。特别是花粉母细胞减数分裂期，对水分不足最为敏感，这时缺水会削弱光合机能，妨碍有机物的合成运转，稻株向幼嫩器官吸水，使正在发育的幼穗先受其害，造成分化颖花数减少，降低每穗实粒数。因此这时必须保持一个浅水层，低温或孕穗期水层还宜适当加深。浅水勤灌还须因土制宜，漏水田、盐碱土，要求长期水层淹灌，一般不宜脱水；地势低洼排水不良或肥力过高，稻苗有徒长趋势的田，宜采用干干湿湿的灌溉法（见间歇灌溉）。浅水勤灌的传统方法是采用明渠和明沟引水，排灌分家的灌溉系统。地下暗渠（管）灌排，则是灌溉技术的新发展。

（李成荃）

茜草 (india madder) 茜草科茜草属的一个种，学名*Rubia cordifolia* L.，多年生攀缘性草本。野生于中国黄河流域、长江流域及台湾省，日本、朝鲜也有分布。

根含有蒽醌系的红紫素(Purpurin $C_{14}H_8O_5$)和紫色的茜素(Alizarin $C_{14}H_8O_4$)。很早就被用来红色染料染布和作药用。自苯胺染料出现后，茜草是最先被淘汰的天然染料之一，现已很少栽培。中药用为通经、净血、解热和强壮药。

须根细长，黄赤色；茎方形，棱上生有倒刺；叶4片轮生，具长柄，三角状、卵形或狭卵形，长2～6厘米，宽1～4厘米，先端锐尖，基部平截以至心脏形，基部具5脉，表面有粗糙毛，叶柄和叶背中脉具倒刺；腋生或顶生聚伞花序，花淡黄色，径3.5～4.0毫米；子房无毛，果实球形，径约5～6毫米，成熟时黑色（见图）。



茜　草　　　（张宇和）

蔷薇 (rose) 蔷薇科蔷薇属(*Rosa* L.)作物的总称。蔷薇属中有很多在香料工业上有利用价值的种类，可用以提炼精油。中国香料用蔷薇属植物中以玫瑰最重要。

蔷薇属花卉供观赏在中国起源很早。4世纪晋室南迁定都建康（今南京）后已为王室所栽培。南北朝时诗人多有歌咏蔷薇诗。唐时已成为普遍栽培的花卉。国外利用蔷薇以伊朗最早，蔷薇油生产历史也在千年以上。专供香料工业提取精油用的蔷薇有突厥蔷薇*R. damascena* Mill.，或称大马色月季、法国蔷薇*R. gallica* L.、百叶蔷薇*R. centifolia* L.等。其中突厥蔷薇香气馥郁，精油含量高，适宜于蒸馏提取，因而栽培最盛。保加利亚为主产国，土耳其也有生产。法国的蔷薇原产欧洲，在法国南部栽培最多，专供提取精油用。百叶蔷薇原产高加索，在法国、德国栽培较多。

玫瑰（*R. rugosa* var. *plena* Reg.）为落叶直立性丛生灌木香料作物。也是中国特产庭园观赏植物。中

国各地均有栽培，以山东省平阴、江苏省苏州、浙江省吴兴、四川省成都、甘肃省永登为主要产区。

花所提精油的主要成分是香叶醇 (Geraniol)，尚有香茅醇、壬醛、柠檬醛等。利用花瓣与糖腌制成玫瑰酱或晒干为食品着色、添香用，鲜花泡酒，也有用以窨茶制成玫瑰花茶。也可用玫瑰鲜花蒸馏香精油。

茎上多刺，幼枝和花柄有茸毛；叶较厚而粗糙，小叶5～9枚，椭圆形或倒卵形，花单生或数朵丛生，有特殊的玫瑰香味。栽培种花多为重瓣，紫色或白色，萼片叶状；果球形，熟时红色（见图）。


玫　瑰

玫瑰喜日照充分，在荫地生长不良。以土壤排水良好、空气湿润地方所产花的产量和品质较好。浅根性，根颈和水平根上容易发生萌蘖，用分株或扦插繁殖。栽后第三年即进入盛产期。一般管理粗放，还未有专门为提精油用所选育的品种。中国栽培种得油率不高，远不如其他天然香精油主产国。中国有许多地方适宜栽培蔷薇属香精油原料植物，种质资源也极丰富，但栽培品种亟待改良。　　（张宇和）

荞麦 (buckwheat)　蓼科荞麦属作物，学名*Fagopyrum* Mill，一年生草本双子叶植物。部分少数民族称为"额"，古代亦写成莜麦。因生育期极短，春夏秋三季皆可播种，逢灾年用荞麦进行补种、改种、复种，均可获得一定的收成，因而是较好的救灾备荒作物。

分布与生产　荞麦在中国分布甚广，南到海南省，北至黑龙江，西至青藏高原，东抵台湾省。主要产区在西北、东北、华北以及西南一带高寒山区，分布零散，播种面积因年度气候而异，变化较大。是部分少数民族的主要粮食作物。世界栽培荞麦的国家还有苏联、加拿大、法国、波兰等。中国居世界第二位。据1975年统计，世界种植面积161.6万公顷，其中苏联种植150万公顷，波兰是3.5万公顷，日本是2.2万公顷，加拿大是1.9万公顷，美国是1.3万公顷，法国是1万公顷。平均产量约400千克/公顷。80年代初统计，中国常年种植面积约50万公顷。

起源与栽培史　荞麦起源于中国。中国学者丁颖认为荞麦原产中国之北方边缘地区。瑞士A. P. 德堪多(De Candolle)认为荞麦原产于中国东北的黑龙江畔及苏联西伯利亚贝加尔湖畔附近。苏联H. И. 瓦维洛夫也认为荞麦起源于中国。

荞麦在中国栽培历史比较悠久。中国古代著作记载荞麦较多。在古书《神农书·八谷生长》篇曾记述荞麦的生育状况。贾思勰的《齐民要术》记载了荞麦的栽培技术。唐代的白居易、北宋的苏轼，在他们的诗篇中都提到荞麦。苏联的M. 茹可夫斯基(Жуковский)根据顿河罗斯多夫城附近考古材料指出，远在公元1～2世纪罗斯托夫地区就已栽种荞麦。并认为荞麦是由农民从中国以及西伯利亚带去的。

种类　荞麦的染色体带有随体，2n=16和2n=32，甜荞中有混倍体。栽培荞麦包括4个种。

甜荞 *F. esculentum* Moench　亦称普通荞麦。无菌根，茎细长，常有棱，色淡红。叶基部有不太明显的花斑或完全缺乏花青素，总状花序，花较大，白色、玫瑰色或红色。异型花，主要为两型，一类是长花柱花；一类是短花柱花。也可偶见雌雄蕊等长的花和少数不完全花。子房周围有明显的蜜腺。有香味，易诱昆虫。异花授粉。瘦果较大，三棱形，表面与边缘光滑，品质好，为中国栽培较多的一种（见图1）。



图1　普通荞麦的形态

苦荞 *F. tataricum* (L.) Gaertn.亦称鞑靼荞麦。有菌根，茎常为光滑绿色。叶基部常有明显的花青素斑点。所有的果枝上均有稀疏的总状花序。花较小，紫红和淡黄绿色，无香味。雌雄蕊等长，自花授

粉。瘦果较小、三棱形，棱不明显，有的呈波浪状。表面粗糙，两棱中间有深凹线，壳厚，果实味苦。中国西南地区栽培较多。

翅荞 *F.emarginatum* Mtissner　亦称有翅荞麦。茎淡红，叶大，多为自花授粉。瘦果棱薄而呈翼状，品质较粗劣。在中国北方与西南地区均有少量栽培。



甜荞　　翅荞　　苦荞

图 2　各种荞麦的籽粒

米荞 *Fagopyrum* spp.　在中国荞麦主要产区几乎都有分布。瘦果似甜荞，两棱之间饱满欲裂。但光滑无深凹线，棱钝而皮皱。因种皮易爆裂而得名。

中国西南与东北地区较为广泛地分布着类型极为丰富的野荞亦称金荞麦、老虎荞、万年荞、土茯苓等。有一年生或多年生的甜荞类型、苦荞类型与野翅荞类型。西藏地区的野生荞麦类型丰富。有草本、近木质、藤本、块根、地下肉茎等多种类型。野荞籽粒可食用，全株皆可入药。

特性　荞麦喜凉爽湿润，不耐高温旱风，畏霜冻。积温1 000～1 500℃即可满足其对热量的要求。种子在土温16℃以上时约4～5天即可发芽；开花结果最适宜温度为26～30℃，当气温在－1℃时花即死亡，－2℃时叶甚至全株死亡。

荞麦是短日性作物，当日照长度由15～16小时减少到12～14小时，生育期就缩短，晚熟品种比中、早熟品种敏感。每株可开花2 000多朵，但结实率很低。仅10%左右，加之叶片同化能力弱，花果脱落严重。

荞麦是需水较多的作物，需水量比黍多两倍，比小麦多一倍。种子萌发时约需吸收其自身干重50%的水分。在开花结果期间需消耗大量的水分。从开花到收获比出苗到开花需水要多一倍。开花盛期是需水高峰期。其蒸腾系数一般为450～630。要求空气相对湿度不能低于30～40%。

荞麦对土壤要求不严。根系弱，种子顶土力差，要求土层疏松，以利幼苗出土和促进根系发育。生殖生长迅速，吸肥力强，适于新垦地种植。要求土壤酸度为pH6～7，碱性较重的土壤，不宜种植。每产100千克荞麦籽实，约从土壤中吸收氮3.3千克，磷(P_2O_5)1.5千克，钾(K_2O)4.3千克。

荞麦是一种对肥料敏感的作物。施肥充足茎能产生大量分枝。磷肥可促进籽粒的形成，并能增加蜜腺的分泌。利用蜜蜂辅助授粉，从而提高产量。对钾肥的需要量较多，但含氯的钾盐易引起叶斑病。

栽培技术　根据荞麦生长期短、营养生长快的特点，栽培措施要环环扣紧。

播种　掌握播期的原则是使荞麦的盛花期与雨季相吻合，并能在霜冻前收获。一般条播的产量高于撒播、点播和穴播。条播省工又利于田间管理和机械操作。行距45厘米，每公顷播种量30～60千克。

施肥　多施磷、钾肥，尤其是磷肥拌种或根外喷磷。在氮肥充足的条件下，喷施微量元素硼、镁可增加花朵数。

选用良种　荞麦是古老作物，资源丰富，由于种植分散，品种较多。黑龙江省的大粒荞，内蒙古的大青皮、落花黑，山西的小棱荞，广西的红花荞和云南省的圆子荞等都是生产上采用的良种。

辅助授粉　甜荞是异花授粉作物，借助虫、风和振动等授粉。把蜂房设在田中，是一举两得的有利措施。

适时收获　荞麦开花至成熟约30～40日，种子成熟不一致，当籽实有2/3变褐色或银灰色时即可收割。

营养成分　荞麦蛋白质含量11.2%，每100克甜荞米含赖氨酸630～741毫克。胱氨酸3 140毫克。比所有谷类作物均高。脂肪含量2.4%，并富有亚油酸等不饱和脂肪酸，其特点是高度稳定，不易氧化。淀粉含量72%左右。纤维素含量1.2%。除含有丰富的钙、磷和铁之外，还含有维生素B_1、维生素B_2、烟草酸、柠檬酸、苹果酸、芦丁与维生素E。

用途　荞麦的用途很广。①具有良好的适口性。可做面条、饸饹、凉粉、扒糕、烙饼、蒸饺和荞麦米饭。还可以做挂面、灌肠、麦片与各种高级糕点和糖果。②有较高的药用价值。根据《农政全书》和《本草纲目》记载：荞麦可"实肠胃，益气力，续精神，能炼五脏滓秽，做饭食可压丹石毒"；以蜡调荞麦粉可"涂小儿丹毒赤肿热疮"；也可"降气宽肺、磨积滞、清热肿风痛。降除白浊白带，脾积泄泻"；用硫磺末与莜(同荞)面各半和面做饼，可治"痈疽发背一切肿毒"。中国利用野生荞麦研制成功的"金荞麦片"，其有效成分是双聚原矢车菊甙元。具有较强的免疫功能与抗菌作用，是一种新型的消炎药物。医学界也有用荞麦治疗高血压症，控制糖尿病，预防微血管脆弱性出血等疾患。

另外，荞麦还可作为绿肥种植。荞麦幼嫩的茎叶是富有营养的蔬菜。花期又是蜜源。茎秆糠壳和麸皮中含有丰富而易消化的蛋白质，可做牲畜的饲料。荞麦皮可做枕心。　（陆大彪）

青稞 (naked barley)　中国青藏高原地区对裸大麦的通称。主要分布在西藏、青海、甘肃、新疆、宁夏等省(自治区)，四川省西部、云南省西北部也有分布。江苏、浙江称为元麦，华北称为米大麦。

青稞是中国藏族人民聚居区的主要食用作物，用来制作"糌粑"食用，或将糌粑与牛奶（奶茶）等一起拌匀食用，适用于游牧生活。青稞还可酿造青稞酒，是藏族人民喜爱的饮料。籽粒是良好的精饲料，常用作牛、羊的补充饲料。秸秆含蛋白质4%左右，质软柔和，是牧区畜群越冬的重要饲草。

青稞多为春性，耐寒性较强，苗期能忍受暂短－10℃左右的低温；大部分品种闭颖授粉，开花期、乳熟期遇到低温时不致受害。生育期短，早熟。日均温≥5℃的日数为100天左右，最热月份月均温10℃以上的寒冷地区均可栽培。在西藏阿里、日喀则海拔4 750米左右的地区也有种植，是世界上谷类作物分布的最高限。一般为春播，一年一熟，在西藏、四川西部、云南西北部等冬季气温较暖和地区，也有秋播的。适于在微碱性较肥沃土壤上栽培。（陆 炜）

青麻 见苘麻。

青饲和青贮玉米 (forage and silage maize) 在不同生育阶段采收青绿的玉米茎叶和果穗作为饲料，或采收乳熟、蜡熟期的茎叶和果穗，经加工贮藏后饲喂家畜的一类玉米。

青饲玉米分为收割玉米嫩株和乳熟期成株作为饲料的两种。玉米嫩株柔软多汁，粗纤维含量少，容易消化，用来饲喂幼畜，有促进发育、增加体重的效果。乳熟期青饲玉米是指抽雄以后到乳熟期收获的茎叶和果穗，直接用来饲喂猪、牛、羊等家畜的青饲料。玉米在乳熟阶段茎叶量高，含有丰富的蛋白质、脂肪和矿质元素。据测定，适期收割的青饲玉米含水分68.62%，碳水化合物20.09%，粗蛋白2.58%，粗脂肪0.81%，矿质元素1.99%。乳熟期以后茎秆渐硬，粗纤维增多，含水量减少，营养价值降低，牲畜也不爱吃。玉米青饲料要切碎饲喂，可使饲料利用率提高。用青饲玉米来喂养大牲畜时，需要混合搭配10～15%的其它饲料，效果更好。种植饲料玉米，一般选用早、中、晚熟品种进行同期播种，或将生育期适宜的同一个品种进行分期播种，以便在整个生长季节内均能获得鲜嫩青绿的饲料。

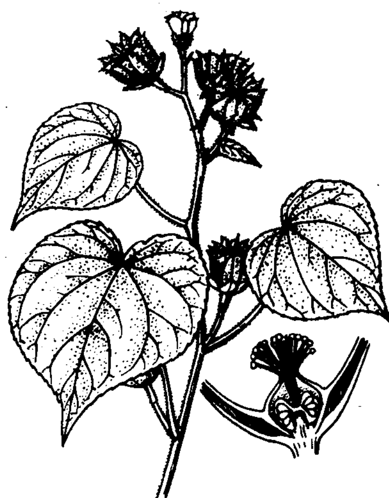
青贮玉米是指乳熟初期至蜡熟期收割的整株玉米，经切碎后一起贮存的混合物。有时还有用玉米的茎叶青贮，就是先收蜡熟期的果穗，然后再把青绿茎叶的植株割下切碎后贮存起来。制作青贮玉米的方法，是把切碎的青贮料运到青贮窖或青贮塔里，加上尿素和少量食盐，压实压紧，经40～50天的乳酸菌发酵，茎叶仍能保持青绿色，带有酸香酒糟味，质地柔嫩，适口性好，可随时取出饲喂家畜。青贮玉米营养丰富，据测定，含水分、碳水化合物、粗蛋白质、粗脂肪和矿质元素，分别为70%、15%、2.5%、0.75%和2%左右。青贮饲料的营养价值高，约3千克青贮饲料能顶1千克谷草，或是5千克青贮饲料相当于1千克精饲料。玉米青贮通常采用窖藏方法，只要技术掌握得当，可以保存半年到一年。所以，青贮玉米的利用不受季节限制。（佟屏亚）

苘麻 (abutilon) 锦葵科苘麻属中的一个栽培种，学名 *Abutilon theophrasti* Medic. 或 *A. aricennae* Gaertn.，染色体数 2n＝42。一年生草本韧皮纤维作物。别名青麻、顼麻，古名莔、檾、颖等。

苘麻原产中国，浙江省河姆渡新石器时代（距今约7 000年）遗址中发现有苘麻纤维的织物，苘麻在中国分布广，从长江流域至黑龙江省都有栽种，野生资源丰富，品种类型多，产量居世界之首。除中国外，苏联、蒙古也有栽培。

苘麻纤维黄白色，有光泽，但较黄麻、红麻脆硬，主要制做绳索。

苘麻茎直立，上部多分枝，高1.5～5米，粗1～2.5厘米，茎有绿、紫、淡红色之分，被茸毛。叶心脏形或略圆形，先端尖锐，密生茸毛，叶缘钝锯齿。叶柄长3～30厘米，颜色与茎色同，托叶小，披针形。花着生在叶腋间的假轴分枝上，每一叶腋一朵花，花萼基部联合，上部分裂为5片，花冠5瓣，钟状，黄色，花径约2厘米，雄蕊40～50枚。蒴果，磨盘形，被有短而细的茸毛。蒴果10～20室，每室有胚珠3枚。种子肾形，黑灰色，千粒重9～18克（见图）。



苘 麻

苘麻种质资源类型丰富，根据种子大小，苏联学者划分栽培种苘麻为大粒亚种和小粒亚种。中国则根据形态特征、生物学特性划分为7个类型。

苘麻生长期间需≥10℃的积温为1 600～2 600℃，种子的发芽温度为10～12℃，生长期间的适宜温度为

20～29℃。年雨量应不少于400毫米。土壤中的适宜含水量为全持水量的70%左右。苘麻抗涝性强，茎高150厘米左右时，抗涝性更强。对营养元素的要求是以氮素反应最敏感。对土壤选择不严格，砂土、重粘土、较重盐碱土、沼泽地均可种植。中国旱地种植苘麻常和**高粱**、**谷子**、**大豆**、**小麦**等作物**轮作**；涝洼地种植常为**连作**。当上层5厘米温度达10～12℃时就可**播种**，东北地区约在5月上中旬，华北地区在4月中下旬，长江流域在4月上中旬。播种量每公顷15千克左右。留苗密度，采麻田为每公顷约22万株左右；采种田为15万～18万株。苗期结合间苗进行2～3次中耕除草，定苗时培土。当麻株开花盛期出现半花半果时，纤维工艺成熟，即可收割整株浸洗。（盛诚桂）

秋大豆 (autumn soybean) 初秋播种的**大豆**。属短日性极强的晚熟类型。主要分布在福建北部、浙江、江西和湖南三省的中南部、广西北部。南方其它各省也有零星分布。多实行冬作物—早稻—秋大豆三熟轮作。7月底8月初播种，11月上中旬成熟。秋大豆一般具有蛋白质含量高的特点，是作豆豉等调味品的上等原料。上饶大青丝、蓝溪大青豆等是南方大豆中的名贵品种。

（王国勋）

秋花生 (autumn peanut) "立秋"前后播种的花生。又称"倒种春"或"翻秋花生"。主要是珍珠豆型花生。为下年度春植花生留种，在中国东南沿海各省，已有七十多年历史。

中国秋花生产区分布在26°N以南，97°E以东，包括南岭、戴云山以南的广东、广西、台湾省（自治区），福建省的中南部，江西、湖南和云南省的南部。其中广东省面积最大，广西壮族自治区和福建省次之，集中分布于广东省的珠江三角洲、鉴江流域、韩江平原，广西壮族自治区南部，福建省的东南沿海地区和云南省的澜沧江流域等地，适宜在冲积砂壤土上种植。上述地区年平均温度在20℃以上，霜期很短甚至全年无霜。生长季内雨量偏少，需要选择有灌溉条件的地块，才能保证产量。生产上，采取适期早播、施足基肥、适当密植，防治病虫和加强管理等综合技术。

秋花生种子是在干燥、温度较低、昼夜温差较大的条件下成熟，贮藏期间低温干燥、贮藏期短，种子生活力强、带菌率低，播后比春植留种种子吸水快而多，种子生理代谢作用旺盛，呼吸强度大。在发芽过程中对低温、干旱、高湿有较强的适应能力，抗逆性也较强，一般可比春植种子出苗率高30%左右，增产20%左右。从而解决了南方各省春季气候不稳定，播种后低温阴雨或干旱造成严重缺苗的问题。

（陈朝庆）

秋薯 (fall crops of sweet potato) 利用春大豆、花生、早稻收获后的地块栽插的甘薯。主要分布在中国长江以南大部分地区。7月上旬至8月上旬栽插，11月下旬至12月上旬收获。生育期120～140天。生长前期气温高、雨水多，以后气温逐渐下降，天气晴朗、温差增大。因此，秋薯宜用早熟、耐低温的品种。基肥宜少施或不施，应早施追肥，促使茎叶快长而不徒长。秋薯块根幼嫩生活力强，更宜留作种用。

（邵炳煦　徐国光）

秋烟 见烟草移栽。

秋玉米 (autumn maize) 中国农历立秋前后播种的玉米。主要分布在浙江东部、广西中南部和云南南部。通常在7月下旬至8月上旬播种，前茬作物主要是早稻。栽培方式有育苗移栽和直播两种。秋玉米生长期间，气温由高向低，雨量少，因而苗期发育快，营养生长时间短，干物质积累少，果穗较小；病虫害较多，常见的病害有大、小斑病，纹枯病，病毒病，茎腐病等；虫害主要是玉米螟等。在栽培管理上，应注意选用中早熟抗病品种；一般采用畦作，便于排水，遇旱应适时灌溉；增施基肥，早追肥，重施拔节肥；及时中耕除草，以促进根系生长；抽穗前后应适时灌溉，防止受旱。由于秋玉米生育期间雨量少，植株较矮，应适当加大种植密度，以提高单位面积产量。

（潘才道）

区间估计 (interval estimate) 以一定的置信概率估计总体参数所在区间的一种统计推断方法。在一定的概率保证下，总体参数可能包含在内的数值范围称为置信区间。置信区间是以样本统计数为中值，两个极端数值分别称为置信下限和上限。区间估计的保证概率称为置信概率、置信系数或置信度。以从小样本 $\bar{x}$ 估计总体 μ 为例，根据t分布

$$p\left\{-t_{0.05} \leqslant \frac{\bar{x}-\mu}{S_{\bar{x}}} \leqslant t_{0.05}\right\}=0.95$$

经变换得：

$$p\{(\bar{x}-t_{0.05}S_{\bar{x}}) \leqslant \mu \leqslant (\bar{x}+t_{0.05}S_{\bar{x}})\}=0.95$$

式中 p为置信概率；$t_{0.05}$ 为自由度 ν、双尾概率0.05时的t值。后式说明 μ 处于 $\bar{x}\pm t_{0.05}S_{\bar{x}}$ 置信区间的置信概率为0.95。$\bar{x}-t_{0.05}S_{\bar{x}}$ 与 $\bar{x}+t_{0.05}S_{\bar{x}}$ 即分别为置信下限及上限。即用 $\bar{x}\pm t_{0.05}S_{\bar{x}}$ 区间来估计 μ，可靠程度可达95%。如果要把置信度提高到99%，则置信限应换成 $\bar{x}\pm t_{0.01}S_{\bar{x}}$。

点估计是直接用统计数（如 $\bar{x}$）估计参数（如 μ），而区间估计则考虑到误差的干扰，以一定置信概率估计参数的可能范围。例如，对丰产3号小麦10株样本的株高作区间估计和点估计：

$\bar{x}=113$厘米，$S=3.8$厘米，$n=10$

$S_{\bar{x}}=S/\sqrt{n}=1.2$厘米，$\nu=n-1=9$，$t_{0.05}=2.262$，则置信度为95%的置信区间为：

$$\bar{x}\pm t_{0.05}S_{\bar{x}}=113\text{厘米}\pm2.7\text{厘米}$$

或 $$110.3\text{厘米}\leqslant\mu\leqslant115.7\text{厘米}$$

即丰产3号小麦株高总体平均数在110.3～115.7厘米之间，其置信度为95%。显然，此处小麦株高总体平均数的点估计值为113厘米。

区间估计的应用范围很广，平均数、两个平均数的差数、成数、方差、回归系数、相关系数等都有相应的区间估计公式。 （范 濂）

区域试验（regional test） 有计划地将各育种单位推荐的新品种或引进品种经过审查送交不同地区进行多点联合试验。又称区域化鉴定试验。通过区域试验可以对参试品种的适应性和丰产性作出较正确的评价，从而为确定其适应范围、推广地区和适宜的生产水平与栽培条件以及品种布局区域化提供依据。

中国区域试验分全国和省（自治区）、市两级进行，每年由有关主持单位确定区域试验点，安排落实试验计划，组织观摩评比，汇总各点试验资料，并向品种审定委员会推荐可供示范推广的优良品种。

开展区域试验首先要对作物分布区域进行合理区划，即根据气候、地形地势、土壤等条件等划分为寒冷、温暖、潮湿、干旱、山区、平原、低洼、盐碱等不同特点的自然适应区，在自然适应区内还可针对具体情况按种植制度或栽培条件划分为若干种植季节或生产水平，如早中晚季、春夏秋播、高肥水浇地、中肥旱地、旱薄地等。试验点的数目与分布也要根据自然条件和生产实际予以合理安排，同一区域内应设有能代表不同种植季节或生产水平的试验点若干个。同类生产种植季节或生产水平的试验点应大体上能代表该地区该生产类型的全貌。服务地区全部试验点的试验结果应能综合反映参试品种的适应区和适合的种植制度或生产水平。自然区域划分和试验点选择是否合理，可以通过几年的试验结果予以分析调整。试验点应保持相对稳定，并有均匀一致的试验地和一定的人力和设备条件。承担试验的人员也要相对稳定并具有一定技术水平。

参加区域试验的品种应当是在育种或引种单位已有两年以上产量比较试验和至少一年生产试验结果，确比当地现有推广种增产达一定标准，或虽未达到一定标准但有突出优点、符合生产需要的品种。参试品种需备有足够的纯良种子，其纯度及播种质量应符合试验规定。各单位申请参加试验的品种，经区域试验主管部门会同各单位协商后，确定是否准予参加和所参加的试验点。参试品种不宜太多，约控制在10～15个，不得超过20个。各试验点应有共同的对照品种，以便相互比较各实施点情况和存在的问题；也可根据本地的具体情况加用本地对照品种，以便对参试品种作出切合本地特点的评价。各试验点应按共同制订的试验方案进行试验，如试验设计、小区大小、重复次数、种子纯度、调查项目、记载方法、表报格式等。至于栽培管理措施则参照本地规范化的栽培技术进行。试验期间应组织观摩评比，交流经验与看法。

不同品种对年度间气象因素和栽培条件变化的反应不同，不能只凭一年结果作出结论，因此一个品种参加区域试验的年限应为2～3年。参试品种原则上不应轻易更动，但试验一年后，如发现有病重、晚熟等明显缺点的品种可以淘汰；对表现突出、很有希望的极少数品种也可以开始进行多点试种、生产试验和栽培试验，作为进一步验证区域试验结果的必要辅助措施，并繁殖种子。

区域试验应每年由点到面逐层作出总结，最后的总结内容包括各点试验结果汇总后的品种产量及其显著性测定、各性状的表现情况、主要优缺点及其可能的适应地区范围与适宜的栽培技术，最后作出综合评价和处理意见，并就试验中存在的问题和需要改进的方面提出建议。完成一轮（2～3年）区域试验后，应明确提出各不同自然区内不同生产类型下，最适宜的推广品种和搭配品种，同时将本轮试验结果汇总写成报告，报送同级品种审定委员会做为审定品种的依据资料。凡经品种审定委员会审定通过的品种应及时在所适应地区大力组织示范繁殖和推广。

（张树榛）

全国稻麦改进所（National Rice and Wheat Improvement Institute） 1936年12月在中央农业实验所稻作、麦作两个系的基础上建立的，仍分稻作、麦作两个组。1938年后又归并于中央农业实验所。

稻作组 高级研究人员有**赵连芳**（主任）、**卢守耕**（育种）、孙清波（灌溉）、**周拾禄**（调制加工分级）、潘简良（遗传）等。主要工作是在苏、皖、湘三省合作示范推广"中大帽子头"等水稻良种；广泛搜集与鉴定国内外稻作品种资源；开展水稻籼、粳及陆稻育种工作；组织稻作区域试验；进行栽培方法、多季连栽、出穗期遗传特性、资源分类、稻米分级检验技术以及碾制与贮藏等项研究。还在湖南长沙、衡阳，江西九江，安徽芜湖等地建立了稻米检验所，以提高品质，促进优质米的生产。此外，1936～1937年期间，采取学习班、训练班、研究生等各种方式，培养各级人才317人，成为各省稻作技术骨干。

麦作组 高级研究人员有**沈宗瀚**（总技师、主任，育种、区域试验）、沈骊英（引种、育种）、徐季吾（分级检验）、**戴松恩**（育种）、章锡昌（育种、区域试验）、

蒋德麒(繁殖推广)等。主要工作是：应用纯系育种方法陆续育成一批小麦良种，如南宿州61和1419、徐州138、开封124、济南195以及太谷169等；以早熟小麦江东门、中农28、金大2905等为亲本进行杂交育种；征集世界小麦品种资源1 700余种，从中选出矮秆、抗倒良种中农28等；组织良种适应性试验，鉴定出适于各地区种植的良种以供示范推广；征集全国农家品种100余个以及育成良种10余个，研究小麦分区，制定中国小麦区划，并按区划协调全国品种改良工作。这是中国作物区划之最早研究；研究小麦品种对秆黑粉病的抗性遗传，鉴定出抗性强的品种纳佛达等；此外，还研究小麦分级检验标准。（柯象寅　章锡昌）

全苏列宁农业科学院作物研究机构（research institutes of farm crops of Lenin Academy of Agricultural Sciences, USSR）　全苏列宁农业科学院(俄文缩写ВАСХН)是苏联最高农业科学研究机构，设有10个专业学部和8个地区学部，有科技人员1.9万人。其中作物栽培与育种学部包括下列研究所：**全苏瓦维洛夫植物栽培研究所**(ВИР)，设于列宁格勒。

全苏育种和遗传研究所(ВСГИ)，设于敖德萨。主要研究**小麦、大麦、玉米、饲料作物、马铃薯**和油料作物等生物学和育种原理，选育高产优良品种和杂交种及其栽培技术。该所育成的奥德萨51、奥德萨66等小麦品种和其他作物品种，已推广到57个边疆区和州。近年来又广泛采用现代生物技术缩短育种进程，取得了较大进展。例如采用细胞工程技术，仅用4～5年育成了"起源"和奥德萨115大麦新品种。

米罗诺夫小麦育种和良种繁育研究所（МНИИССП），设于基辅州。主要研究小麦、大麦和饲料作物的遗传、生理、生化和育种原理，选育高产、优质新品种及其栽培技术。自1924年起先后育成依里奇夫卡、米罗诺夫808、基辅893、米罗诺夫纪念50和米罗诺夫改良等著名的冬小麦优良品种。米罗诺夫系统的冬小麦品种具有很高的耐寒性和适应性，在全苏86个边疆区和州得到广泛推广，播种面积超过1 000万公顷。在东欧一些国家也有大面积栽培。

全苏玉米研究所（ВНИИК），设于第聂伯罗彼得罗夫斯克。从事玉米育种和杂交优势利用、良种繁育、综合机械化条件下的栽培技术和乌克兰草原带玉米种植制度的研究。自1939年陆续育成不少新品种和杂交种在全国玉米产区广泛应用。

全苏普斯托伏依特油料作物研究所（ВНИИМК），设于克拉斯诺达尔。主要研究油料作物的育种和**良种繁育**、综合机械化栽培技术，曾首先采用种间杂交方法成功地育成了高产、含油量高和抗霜霉病的**向日葵**新品种。先后育成不少油料作物优良品种在生产中得到广泛应用。其中向日葵品种占全苏播种面积的95%，商品种子含油量达45.13%。

全苏水稻研究所（ВНИИ РИСА），设于克拉斯诺达尔。主要研究**水稻**分布，稻田灌溉区系设计和利用，**水稻育种**和遗传原理，培育高产早熟、抗倒伏品种和**杂交优势利用**，良种繁育，改进栽培技术及应用机械化。选育出不少优良品种在生产中得到广泛应用，如克拉斯诺达尔424、杜鲍夫斯基129、"库班"三个优良品种占全苏水稻播种面积60%。

全苏应用分子生物学和遗传学研究所（ВНИИПИГ），设于莫斯科。该所是苏联生物技术研究的主要中心之一。主持全苏作物病虫害生物防治和作物生长调节剂、生物肥料的理论和应用研究。

全苏豆类和制米作物研究所（ВНИИЗИК），设于奥廖尔。主要研究食用豆类、**荞麦**和**黍子**等作物的育种和栽培技术。（许国雄）

全苏瓦维洛夫植物栽培研究所(Всесоюзный Институт Растениеводства Имени Н. И. Вавилова)　专门从事作物种质资源工作的研究机构，属苏联列宁农业科学院领导，设于列宁格勒。1930年在全苏应用植物和新作物研究所的基础上建立。1967年该所以其创始人瓦维洛夫命名。主要任务是搜集、保存和研究苏联国内外的植物资源，供作物育种利用。其主要工作是：①通过考察和国外引种搜集植物种质资源；②长期保存植物种质资源；③繁殖植物种质资源，为育种单位提供原始材料；④对搜集的材料在丰产性、抗病性、抗倒伏性、耐寒性以及产品品质等方面进行研究，找出抗源和优质源；⑤研究作物的分类学、起源演化、地理、历史，以及生理学、遗传学、免疫学、分子生物学、生物化学、细胞学、解剖学、育种学、种子管理学及农业气象学等理论问题；⑥组织繁育原种，对农业生产给予技术帮助。

现保存植物种质资源25万份，长期保存种质资源的国家种子库设在该所的库班试验站。每年搜集资源材料约1万份左右，向育种机关分发材料近10万份。

该所设有20余个研究系(室)：以作物设置的有小麦系、杂粮系、玉米和制米作物系、粒用豆类系、经济作物系、饲用作物系、蔬菜和瓜类作物系、根茎作物系、果树浆果亚热带作物观赏植物和葡萄系；以学科或方法方面设置的有引种系、分子生物学系(蛋白质和氨基酸室、生物化学室、工艺特性鉴定室)、免疫系、遗传和细胞系(细胞和解剖实验室)、植物分类学标本和杂草系、农业气象系、植物生理系(抗性生理和植物产量室、光合作用室)、栽培研究自动化和统计方法系、种子管理系、良种繁育和推广系、杂种优势室等。

该所还在全国各生态区设有17个试验站，负责种

质资源的种植观察、繁殖、研究鉴定等。它们是阿斯特拉汗试验站、伏尔加城站、达吉斯坦站、远东站、艾卡切林宁站、克里木果树站、克里木育种站、库班站、玛依科普站、莫斯科系、巴甫洛夫站、北极圈站、波列阿拉尔站、中亚分所、苏胡姆站、土尔克明站、乌斯季莫夫站。　　（董玉琛）

缺体 (nullisomics)　比正常染色体数缺少一对染色体的个体。如普通小麦的缺体为2n－2＝42－2＝40条染色体。缺体仅常存在于异源多倍体植物中。小麦的缺体主要通过单体自交产生。

缺体植株的表型与正常双体和单体均有较明显的差异，常以植株变小和生活力降低为特征，如小麦缺体系只有1A、1D、3A、3D、6A、6B、7A、7B等八个缺体是可育的，其余的大多是不育的。如由于在2A、3B染色体上控制联会的基因丢失，在减数分裂中染色体配对频率很低，使缺体2A和3B常是不育的。缺体的不育性，限制了对它们的利用，但因普通小麦是异源多倍体植物，它的缺体都有一种共同趋势，即一对染色体的缺失，能被另一部分同源染色体的额外剂量所补偿。E.R.西尔斯（Sears）由此育成各种缺体—四体互补的原种。由于大多数补偿系的能育性、稳定性均明显提高，通过它们实际保持了各种缺体类型。

缺体的一个有利条件是可直接通过穗部性状和其他形态特征予以鉴别。部分同源群的缺体常有类似的表型，但同一部分群内不同缺体系间表现也是不一致的。如小麦第5部分同源群缺体的穗型，由于5A染色体上带有一个抑制斯卑尔脱穗型的显性Q基因，因此缺体5A独自表现为斯卑尔脱穗型：颖壳小、坚硬而稀松（见图1）；仅5B与5D两缺体穗型彼此相类似，均比5A缺体穗短且密。然而，这部分同源群的三个缺体仍有一些共同特点：如均晚熟（其中缺体5D最晚熟），叶窄，茎细，颖壳和种子均小。



图1　中国春小麦品种正常穗与部分缺体穗
从左至右：正常穗；缺体2A；缺体5A；缺体2D

在基因定位中，缺体系也是通常利用的一种遗传材料，它比单体法更简便，仅以小麦红护颖显性基因定位为例（见图2），用缺体1B为母本与红护颖纯合显性品种杂交，F_1全部为单体呈红护颖显性穗型（因该单体都来自父本），自交产生F_2，约24%的双体和73%的单体（共97%的个体）均为红护颖穗型，仅约3%的缺体呈浅绿护颖。但在非正确杂交中，F_1也全部为红护颖穗型的单体，自交产生F_2无论是双体、单体或缺体，它们的表型均以3显性∶1隐性分离，这与正确杂交不同，故可将显性红护颖基因定位在1B染色体上。

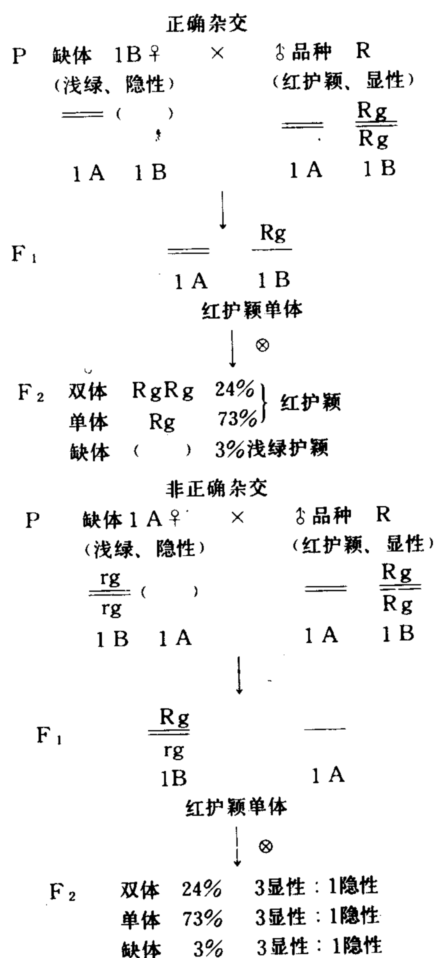


图2　显性基因定位的缺体法

（吴兰佩）

缺值估计 (estimation of missing value)　估计在试验过程中由于某些偶然原因而缺失的观察值。

如田间试验小区遭受牲畜和鸟兽为害，实验动物的非正常死亡等，都会造成试验数据缺失。在随机区组、拉丁方、裂区等设计中，如发生缺值，则试验的均衡性或正交性受到破坏，**方差分析**不能按原定方法进行，这时可根据统计学原理从理论上对缺值进行估计。

缺值估计不能得到原来应得的数据，也不能增加任何新的信息，只能使试验结果的分析得以顺利进行。一个试验中，只有个别缺值，缺值估计尚属可行。如缺值过多，则得不到可靠结果。所以试验应确保数据完整无缺，尽量避免缺值发生。

缺值估计是根据最小平方法的原理，使之满足误差平方和为最小。例如随机区组试验缺失一个小区数据的估计公式为：

$$x_{ij}=\frac{rT_{i}.+kT._{j}-T..}{(r-1)(k-1)}$$

式中 x_{ij}=第i个区组、第j个处理数据的缺值计估值，r=区组数，k=处理数，$T_i.$=缺值所属区组总和(不包括缺值)，$T._j$=缺值所属处理总和（不包括缺值），$T..$=全试验总和(不包括缺值)。

估得缺值后，方差分析可正常进行，但总自由度和误差自由度都应各减去一个，因为缺值的估计值不占有自由度。处理平方和也应矫正，矫正后的处理平方和比之未矫正的略小，但一般对F值影响不大。因此可以只矫正自由度，而不矫正平方和。处理平均数间的比较，一般用LSD法(其 $S_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$)：

①没有缺值的处理平均数间比较

$$S_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{\frac{2Se^2}{n}}$$

②有缺值的处理平均数与没有缺值的处理平均数间比较

$$S_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{\frac{Se^2}{r}\left[2+\frac{k}{(r-1)(k-1)}\right]}$$

式中 Se^2为方差分析中的误差均方。(r=区组数，k=处理数)

（张全德）

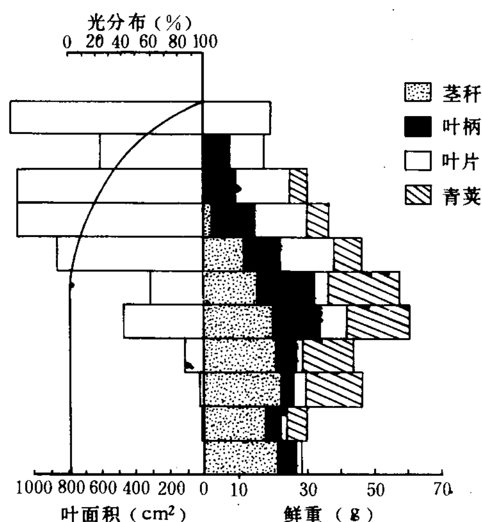
群体层切法 (stratified slicing method for population study) 对生长田间的作物群体自上而下分层切割，测定面积、干重、光分布，用来研究群体光合系统与非光合系统的空间配置状况的方法，也称大田切片法。

B. 詹森（Jensen, 1932）指出，群体的叶面积达到土地面积的若干倍时，呈水平排列的叶，对叶层的总光合作用是不利的。他把叶的排列性状称为同化系统，不过没有对这一系统进行定量的分析。R. 盖格（Geiger, 1950）曾就植物群体中光强的垂直分布进行了测定，但没有对所研究的植物群体给予定量的描述。门司正三和佐伯敏郎于1953年，第一次从物质生产的角度阐述了植物群体的结构，创造了群体层切法。

层切方法是在作物群体内，自上而下逐层测定各层水平面的光强，以群体顶部自然光强为100，求出相对光强的垂直分布。由于群体内部同一层次的光分布并不均一，所以要在同一水平面上测定多个点，求其平均值。接着便进行群体层切。在大田中选出一定土地面积作测定样方，面积大小视植株高度和种植密度而定，一般取100×100平方厘米或50×50平方厘米。样方四角立以带刻度的标杆，并在杆与杆之间按刻度拉网格线。把样方内的全部植株自上而下按一定间隔进行剪切。切取的间隔，凡植株高大者为20厘米，矮小者为10厘米，剪切时，应尽量按照群体的自然状态切取。剪下来的植株材料按层次分别装在塑料袋内带回实验室。

在实验室内，将供试材料分成光合组织和非光合组织两部分。一般光合组织只包括绿色叶片(黄叶、枯叶不包括在内)，非光合组织包括叶柄、茎、枝、繁殖器官乃至根。各个器官均需称量鲜重和干重。全样方内的总叶面积和各层的叶面积可按叶片干重和比叶重换算求得。

先将测定结果整理成表格，然后绘制作物群体生产结构图(见图)，以群体高度为纵坐标，将光合组织的重量或面积分层绘在纵轴的左侧，非光合组织的重量绘在右侧。这样的生产结构图可以表明作物群体各个部分在空间的分布。若在植株生育过程中多次进行群体层切，则可看出群体几何结构的发展动态。而对采取不同措施的同种作物群体层切，又可以比较这些措施对群体结构的影响，分析增、减产的原因。一般在群体最繁茂时进行层切。



开育8号大豆群体大田切片图

在作物群体的生产结构图上，一般还标出相对光照强度的垂直分布，将群体内部的相对光强分层标记，

连各点成曲线，即可看出作物群体光强的削减程度。门司和佐伯(1953)用实测数据证实，阳光在穿过群体冠层的过程中，其强度随着叶层的增加几乎呈指数降低。群体内某个高度水平面的光强与从冠层顶部到该高度的叶片的叶面积指数(累加叶面积指数)有一定的关系。这个关系与Lambert-Beer 消光定律是一致的。如果把叶层看作是均匀的，则光强的削减可以按消光方程式$I=I_0e^{-KF}$计算(式中，I为群体内距冠层顶部一定距离上的水平光强；I_0为冠层顶部的水平光强；K为消光系数；F为在计算I的水平以上的累加叶面积指数)。消光系数是用来表示光强垂直方向削减的常数。禾本科植物群体中，叶片趋于直立，消光系数在0.5左右，群体中层的光强约为顶部光强的一半。在阔叶型植物的群体中，叶片通常呈水平排列，消光系数在0.7以上，群体中层的光强大约为入射光的1/4～1/3。 (董 钻)

群体改良 见轮回选择。

R

染色体 (chromosome)　真核生物的细胞核中由 **DNA**、蛋白质和少量 RNA 所组成的核蛋白线状物，能被碱性染料染色，故名染色体。它是**遗传物质**的载体。在细胞分裂过程中经染色在显微镜下可看到它有一定的形态结构和变化规律。原核生物和病毒的染色体则只由DNA或RNA所组成。

形态　真核生物每条染色体具有一个着丝粒和两条臂；某些染色体具有次缢痕和随体；有的次缢痕又是核仁形成区，能组织核仁物质形成核仁。

细胞分裂间期由染色质形成很细很长的染色丝，进入前期后染色丝逐渐缩短变粗，成为染色体。到有丝分裂的中期和早后期，染色体收缩到最粗最短并分散排列在赤道板上，此时期最便于进行染色体形态的识别和研究。染色体的长度，着丝粒的位置，次缢痕和随体的有无，都是识别染色体的重要标志（见图）。

中期染色体形态
1. 长臂；2. 主缢痕；
3. 着丝粒；4. 短臂
5. 次缢痕；6. 随体

结构　染色体的骨架是一个连续的 DNA 大分子，许多蛋白质分子结合在DNA骨架上，成为 DNA—蛋白质纤丝。细胞分裂中期所见的染色单体是由一条DNA—蛋白质纤丝多次重复折叠而成的。DNA—蛋白质纤丝经核小体—螺线体—染色体到细胞分裂中期时长度压缩到原长度的万分之一左右。染色体的 DNA 在细胞分裂的间期进行复制，按半保留方式进行。

染色体数目　各物种的染色体数目恒定，体细胞为性细胞的两倍。例如，玉米体细胞中有20条或10对染色体，用 $2n=20=10\text{II}$ 表示；每对染色体一个来自父本、一个来自母本，称为同源染色体，它们具有相同的形态和结构。形态结构不同的染色体称为非同源染色体。性细胞中只有10条，用 $n=10$ 表示。雌、雄配子通过受精结合，恢复到2n，植株通过减数分裂产生n的雌、雄配子。这样世世代代延续下去，保持物种染色体数目的恒定。

有的植物种的体细胞内有三个或更多的染色体组，称为多倍体。多倍体又分同源多倍体及异源多倍体，植物中有大量多倍体存在。由孤雌生殖或孤雄生殖产生的植株，体细胞中只有配子染色体数，称为单倍体。

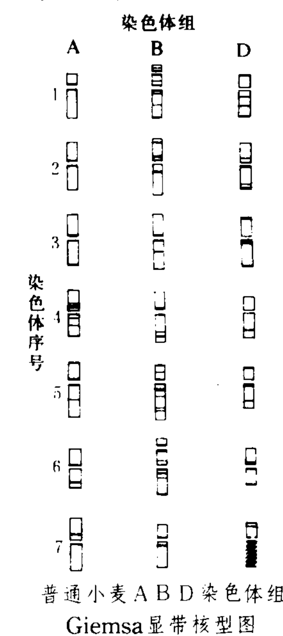
有的植株的体细胞中减少或增加个别染色体，如 $2n-1$ 或 $2n+1$ 等，称为非整倍体。

染色体变异的遗传效应　染色体上载有基因，染色体结构和数量上的变异必然产生遗传效应。例如结构变异中的缺失的假显性，重复的剂量效应，倒位的部分不育，易位的半不育等。数量变异中单倍体、三倍体的高度不育，同源四倍体的部分不育，非整倍体的某些异常表现等。　　　　　　（沈克全）

染色体图　见基因定位。

染色体组 (genome)　二倍体生物中能维持配子或配子体正常生长发育所需的最低数目的一套**染色体**，常用 x 表示。多倍体的配子和配子体则包括几个染色体组。

染色体组型分析　又称核型分析。它是把一个个体的体细胞内的整套染色体按一定的特征排列起来的图像，作为该物种的核型模式。也可以把某一图像和标准图像进行比较，以测定是否发生了染色体数目和结构上的改变，或比较不同种属的核型图以研究它们之间的亲缘关系。它依据的形态指标是：染色体的长度，着丝粒的位置，次缢痕的有无和位置，随体的有无、形状和大小，异染色质区的分布。异染色体区的分布一般采用杰姆沙(Giemsa)法或荧光染色显现的带形来表示。**普通小麦**是异源六倍体（$2n=6x=AABBDD=42$）。这三个染色体组的各个成员按上述指标可绘成的模式图（见图）。



普通小麦ABD染色体组
Giemsa显带核型图

染色体组分析　对异源多倍体植物的染色体组来源的分析。方法是将异源多倍体植物与二倍体亲本杂交，然后观察杂交子代在减数分裂过程中的配对行为。在减数分裂中通过配对形成二价体，不能联合的则成为单价体。如果异源多倍体植物和二倍体种的杂交子代在减数分裂中出现相当于二倍体种染色体基数的二价体，便说明异源多倍体的一个染色体组来源于这个二倍体种。

染色体组分析还可以为育种提供参考。例如**白菜型油菜**（*Brassica compestris* L.）已知有10对染色体，

属A组；甘蓝(*B. oleracea*)有 9 对染色体，属C组；黑芥(*B. nigra* Koch)有 8 对染色体，属B组。A组与C组所组成的异源四倍体是具有19对染色体的欧洲油菜(*B. napus* L.)，A组与B组形成具有18对染色体的芥菜(*B. juncea* Coss)；B组与C组形成具有17对染色体的埃塞俄比亚油菜(*B. carinata*)。这样就揭示了芸薹属各个栽培种的起源。日本学者曾根据染色体组分析结果，用白菜型油菜与甘蓝杂交，并使杂种染色体数目加倍。合成了一个与欧洲自然油菜相似的异源四倍体。这一育种措施有利于把某些白菜和甘蓝类中的优良特性引入到油菜中去。　（沈克全）

人参 (ginseng)　五加科人参属人参种，学名*Panax ginseng* C. A. Meyer 或*P. schinseng* Nees，多年生草本植物。以根入药，根茎状(参芦)、叶、花、果实及种子也供药用。Panax 为希腊语pan（总的）和axos(医药)的复合词，意为万能药；ginseng 和 schinseng均为"人参"的译音，因根如人形而得名。中国古时"参"字常写作"蓡"、"葠"、"蔘"；别名：黄参、血参、棒槌。

栽培历史　中国是人参栽培最早的国家。《石勒列传》即有记载。栽培始于西晋末年（公元313年）。明代《本草纲目》载："人参亦可收子，于十月下种，如种菜法。"当时已掌握播种技术。至清代，有关栽培技术的文字记叙越来越多，说明生产发展已达到相当水平。1949年后，参业生产得到迅速发展，栽培区域不断扩大，栽培面积逐年增加，产量亦不断提高。

分布及产地　人参原产中国、朝鲜及苏联。分布范围在125°E～137°E，33°N～48°N。中国野生品种主产于东北长白山脉一带，分布在43°N～47°N。古时河北、山西的太行山脉亦产，《吴晋本草》谓："人参生上党及辽东"，前者称上党人参，至清代因采挖如洗而绝迹；后者叫辽参。

栽培人参的主要国家有中国、朝鲜、日本和苏联。中国主产区为吉林、辽宁及黑龙江三省；北京、河北、山东、山西、陕西、江西、云南、四川、广西等省(自治区)、市、也有引种栽培。

形态特征　株高约60厘米。主根肥大，肉质，圆柱状(俗称参体)；端部上生密纹，下部多分生侧根，须根细长，上有多数疣状物，俗称珍珠疙瘩；根茎俗称芦头；形态多样，多为马牙形，俗称马牙芦；少数竹节形，俗称竹节芦，或圆柱形，俗称圆芦；顶生越冬芽，俗称胎胞；侧生不定根，俗称门芋；根茎上每年残留茎痕，俗称芦碗，其数目越多，示参龄越大。茎直立，圆柱形，多为紫色，少有绿色或紫绿色。叶轮生茎端，掌状复叶；一年生茎具 1 枚 3 小叶的复叶，二年生茎具 1 或 2 枚5小叶的复叶，三年生茎具2～3枚复叶、四至五年生以上茎通常具4～5枚复叶，至多具6枚复叶。生长条件不同，参龄与叶数的关系多有变化。小叶近卵形，长4～17厘米，边缘具细锯齿，上面脉，疏生刚毛，下面光滑。伞形花序单个顶生，总花梗自茎端抽出，长达30厘米；花小，直径2～3毫米；花萼绿色，5裂；花瓣5片，淡黄绿色；雄蕊 5 枚；雌蕊 1 枚，子房下位，2室；花盘环状。果实扁肾形，浆状核果，初为绿色，成熟时鲜红色，少数呈黄色或橙黄色，每果内常有 2 粒种子（实为果核），种子肾形，黄白或灰白色，千粒重因栽培条件和参龄而异，一般为25～35克，通常三年生开花结果，花期 6 月，果期 7 月至 8 月。4～5年生为采种适期，一般每株结果实40～70个；种子60～90粒。

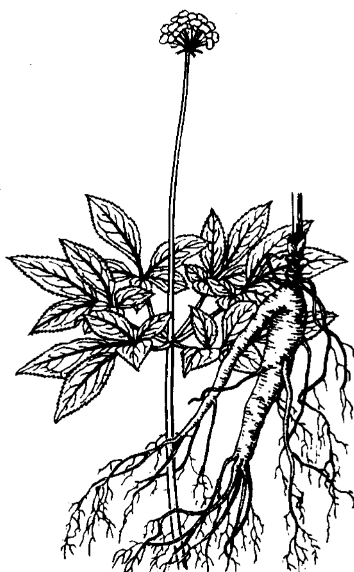


图 1　人　参

生物学特性　属温带植物，喜温或冷凉湿润气候。在年平均气温2.4～13.9℃、≥10℃积温1 800～3 800℃、年降水量500～2 000毫米的气候条件下均可栽培，在热带和亚热带的高海拔山区亦能栽种。种子有形态后熟和生理后熟特性，前者要求 20～10℃ 变温，后者需要2～4℃低温，需时各为3～4个月。种子后熟具有严格的顺序性，前期完不成，后期便不能进行；没有完成后熟的种子，不能发芽。种子发芽最适温度为12～15℃，生育期最适温度为20～24℃。越冬芽有休眠特性，需通过2～3℃ 4 个月低温期，方可萌发出苗。为阴性植物，光补偿点为400勒克斯，光饱和点为22 000勒克斯。生育期的最适光强随参龄和纬度而提高，低纬度地区为 7 000～10 000 勒克斯，高纬度地区为10 000～22 000勒克斯。在最适光强下，光合速率快、产量高、质量好。随参龄增长需水量逐渐增大，抗旱性也增强。生育期间最适土壤相对含水量为60～80%，土壤湿度不足，易发生旱害减产；土壤湿度过大，多招致病害烂根。休眠期土壤湿度过大，多易发生冻害。叶面积有限，光合速率低（6～9毫克CO_2/分米^2/小时)，生长缓慢。园参平均年增重为6～9克；山参仅为1～1.5克，故需肥量比一般作物低，并随参龄而增加，对氮、磷、钾吸收比例为2∶0.5∶3；对钙和镁的需要量大致和磷相当，尚需钠、锰、铁、硅、铜、钼、锌、铝、锗、钒等微量元素。喜富含有机质、通透性良好的土壤，如棕色森林土；荒山坡地和农田，经施肥改土后

也能利用，亦可进行无土栽培。忌连作，否则烧须、烂根、产量低。栽参地一般需间隔十几年或几十年后方可再栽参。通过轮作改土或土壤消毒，可以缩短再栽参的年限。喜微酸性土壤，pH4.5～5.8时生育最好，pH6.5以上对人参生育不利。

品种　生产中栽培的是复杂的混系，一般依根形的不同分为"大马牙"（根茎和主根短粗）、"二马牙"（根茎和主根较长）、"长脖"（根茎和主根细长）及"圆膀圆芦"（根茎和主根适中）等农家品种类型。

栽培技术　人参有两种栽培法。直播法：播种后不移栽，连续生长4～6年收获。生育期间，间、疏苗1～2次。移栽法：播种育苗后多数移栽1次，6年收获。如"1、5制"（即苗田1年，本田5年）、"2、4制"、"3、3制"；少数移栽2次，8～9年收获。如"3、2、3制"（即苗田3年、移栽本田后，经2或3年再移栽1次）和"3、3、3制"。

选地整地　选背风向阳、土壤肥力高、通气透水良好、灌水和运输方便的地块。播种地宜选土质肥沃，栽参地宜选砂质壤土。播栽头年清理场地，多次耕耙使土壤熟化，消除杂物，休闲一年，施入充分腐熟的有机肥和过磷酸钙，提高土壤肥力，并施入农药，消灭病、虫。作畦规格因气候、土质、地势、坡度、坡向、棚式、播种及栽植方法等而异，应以采光合理、土地利用率高，有利排水、防旱及作业方便为原则。东北地区一般畦向正南并可适当偏东或偏西一定角度，或东偏南25°～30°，畦高25～30厘米，畦面宽1～1.5米，畦长20～30米，作业道宽0.5～2.0米。

播种、移栽　吉林抚松等地因较寒冷，如播种当年采收的种子因来不及完成后熟，则翌年不出苗，故常于6月下旬前播种干籽（上年采收干藏的种子）；吉林集安等地较暖和，于8月初播水籽（当年采收未经晒干的种子）；也可于春、秋季播催芽种子，催芽方法：1份种子混拌3份河沙，装入催芽箱中，置于室内或室外适当场地催芽，注意经常检查和翻动，控制好温度和湿度。点播，行株距5×4～5厘米，覆土3～4厘米，于4月下旬至5月中旬出苗，1～3年后移栽，春栽或秋栽，以秋栽为主。春栽4月中下旬进行，宜于越冬芽萌发前栽完。秋栽10月中下旬进行，宜于土壤封冻前栽完。随起、随选、随栽。选无病壮苗分等级栽植，一般行距15～30厘米，株距6～12厘米；平栽或斜栽，覆土5～9厘米。

搭棚　分全荫棚（不透光、不透雨）、单透光棚、单透雨棚、双透棚（单畦、透光透雨）和单透或双透大棚（二畦或多畦）等荫棚种类。棚式多样，规格不一，可根据气候、土质、地势等条件选用（见图2）。

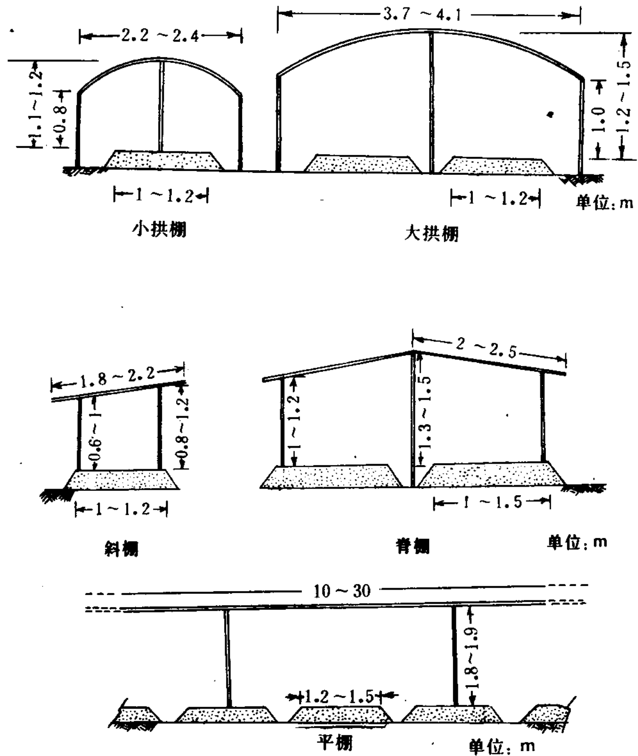


图2　不同荫棚样式示意图

田间管理　出苗后松土除草，覆盖碎稻草或半腐熟落叶。干旱时适时补给水分，避免旱害发生；雨季及时排除积水，严防烂根。根侧开沟追施有机肥，叶面喷施过磷酸钙或微量元素。留种田开花初期疏掉花序中部的1/3～1/2花蕾；生产田，花前全部摘蕾。伏前做好扶苗、插花（用青树枝插在参畦边挡阳）和挂面帘（用透光花帘挂在参棚上挡阳），以防强光高温引起茎叶日烧。4～5年生为采种适期，一般每株结果实40～70个，种子60～90粒，7月下旬至8月上旬采红熟果实，洗出种子，随即催芽播种或干藏。封冻前畦面盖土或覆秆草，厚5～15厘米，参畦四周或风口处夹设防风障，以防冻害。

病虫兽害　病害：①侵染性病害已知有43种，中国发生的有疫病*Phytophthora cactorum*、猝倒病*Pythium debaryanum*、黑霉病*Rhizopus nigricans*、菌核病*Sclerotinia* spp.、白绢病*Sclerotium rolfsii*、蜜环菌根腐病*Armillaria mellea*、黑斑病*Alternaria panax*、锈腐病*Cylindrocarpon destructans; C. panacicola*、立枯病*Rhizoctonia solani*、蛇眼病*Phyllosticta panax*、炭疽病*Colletotrichum panacicola*、假炭疽病*Colletotrichum dematium*、根腐病*Fusarium solani*、褐斑病*Cercospora panacicola*、斑枯病*Septoria araliae*、灰霉病*Botrytis cinerea*。其中以黑斑病、立枯病、菌核病、疫病及锈腐病发生普遍，为害严重。要注意田间卫生，做到精细管理，加强药剂防治。②

非侵染性病害主要有冻害（俗称缓阳冻）、红皮、烧须、茎叶日烧、主根裂、药害及干燥病等。应加强田间管理，实行科学种参。

虫害：蝼蛄、蛴螬、金针虫及地老虎发生普遍，为害严重；草地螟、夜盗虫、螟虫、粉桑介壳虫、象鼻虫及根瘤线虫偶有发生，为害较轻。应注意田间卫生，预测虫情，及早防治。

兽害：主要有鼢鼠、花鼠、野鼠及雉鸡等。采用人工扑杀或诱杀。

采收加工　9月中下旬收获参根，边挖边加工。成品主要分6类23个品名。加工方法为：

红参类　鲜参洗净后，在100℃温度下蒸2.5～3.0小时，再在60～70℃蒸12小时，然后在40～50℃温度下干燥24～36小时后而成。成品有全须红参、普通红参、边条红参、红参芦、红参、干姜参、红直须及红弯须等。

生晒参类　鲜参洗净后，晒干或烘干即成。主要成品有全须生晒参、生晒参、白干参（刮皮下须）、生干参（摘掉支须根）、皮尾参、白直须及白弯须。

糖参类　鲜参洗净后，用沸水焯10～15分钟，排针后连续浸糖3次，在30～40℃下干燥3～4天即可。品种有糖参、白人参、掐皮参、糖参芦、糖直须及糖弯须等。

大力参　鲜参洗净后在85℃或沸水中焯8～10分钟，取出晒干下须即可。成品似红参和白参中间品，日本叫"汤通参"（全须）。

冻干参（或称活性参）　鲜参用低温真空干燥机，经-20℃、2～3小时和40～45℃、4～6小时冻干后，取出微波灭菌，即为成品。

罐藏鲜人参　鲜参置沸水漂烫2分钟，装罐并注入35%的糖液，封罐后在100℃沸水中灭菌30分，再降温40℃保持20分钟即可。成品规格分50克和100克两种瓶装。

化学成分及药理　主要化学成分为人参皂甙(Ginsenoside)，迄今为止已从人参根中分离出29种：20S-原人参二醇型皂甙-Ra_1、Ra_2、Ra_3、Rb_1、Rb_2、Rb_3、Rc、Rd、Rg_3、Rh_2、丙二酰基-Rb_1、丙二酰基-Rb_2、丙二酰基-Rc、丙二酰基-Rd、Rs_1、Rs_2、Q-R_1、N-R_4、20S-Rg_3；20S-原人参三醇型皂甙-Re、Rf、20-glc-Rf、Rg_1、Rg_2、Rh_1、N-R_1、20R-Rg_2、20R-Rh_1；齐墩果酸型皂甙-Ro；人参总皂甙的含量因药用部位、加工方法、参龄和栽培条件等而异。此外，尚含有黄酮甙(Panasenoside)、挥发油类、生物碱类、多肽类、氨基酸类、单糖类、淀粉、果胶及多种维生素等。药理有抗疲劳作用，增强机体的非特异性抵抗力，调节神经、心血管及内分泌系统，促进机体物质代谢、蛋白质和核酸的合成，提高脑力、体力活动能力和免疫功能。

性味及功能　生：甘苦，微凉；熟：甘，温。有补气救脱、益心复脉、安神、生津、补肺、健脾等功能。对于治疗心血管疾病、胃和肝脏疾病、糖尿病、不同类型的神经衰弱症、各种精神病、阳痿及某些癌症等均有较好疗效；亦是一种滋补强壮药。

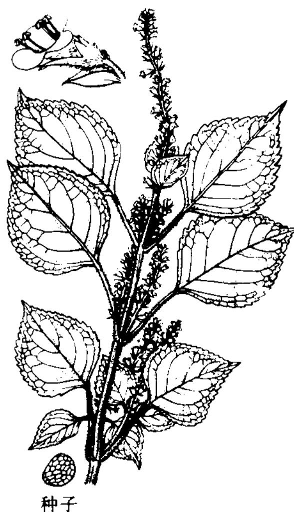
综合利用　①参糖：由浸过糖参的糖浆精制而成②人参露：蒸红参时蒸汽冷凝出来的挥发油成分。③人参膏：利用蒸红参外溢物和淖参水，再加入适量参须和糖浆熬制而成。人参根、茎、叶、花、果除药用外，均是轻工业重要原料，加工产品如人参烟、酒、糖、茶、晶（花晶）及化妆品等。地上部总皂甙含量比参根高，更是提取加工各种制剂的极好原料。

（王铁生）

荏 (common perilla)

通称白苏。唇形科紫苏属一年生芳香性的草本植物。学名 *Perilla frutescens* L., Britt.。种子含脂肪油，叶内含挥发油。种子含油30～50%，平均38%，含饱和脂肪酸和油酸、亚麻酸等，属快干性油。中国在古代用荏油煎食、燃灯、涂器物、制防水布。现代工业上也用此油作涂料，20世纪30年代曾有多量荏油出口。荏的嫩叶幼花亦作食用。中医学上称荏的茎为苏梗，可治感冒风寒、食积气滞；苏子被用于治咳逆、痰喘等症。种子亦可作为鸟类的饲料。

紫苏是荏的一个变种，其叶面叶里都呈紫红色，种子较荏小。紫苏各地广泛栽培，香味较荏强烈，故又名桂荏。除有和荏相同的功用外，紫苏油可作酱油、果酱的防腐剂，紫苏油的含量约为0.1～0.2%。



荏

荏原产于中国，在公元6世纪的《齐民要术》中已有关于栽培和利用的记载。本种分布在东北各省和河北、山西、江苏、安徽、湖北、四川、福建、云南、贵州等省。日本、朝鲜和印度北部亦有分布。野生种的种子散落后，常自然生长，成为群体。

株高约1米。茎方形有沟，多分枝，基部坚硬，光滑，上部有白色茸毛。叶卵圆形，先端尖，背面有腺点，叶面叶里都呈绿色。和紫苏有别。花序总状，顶生或侧生，9月至10月开花，每节有白色唇形花2朵，花萼上有10条脉纹，雄蕊4枚，雌蕊一枚。小坚果圆形，俗称苏子，黄褐色，有龟裂状网纹，含多量油分（见图）。染色体数2n＝38，40。

荏性喜温暖向阳的环境，适栽于疏松肥沃的土壤。4月下旬播种，每公顷约栽15万株。生长期中应注意施肥、中耕除草和防治褐斑病、锈病和造桥虫。8月至9月中收割茎叶。由于荏的野生性状较强，种子的成熟期不一，容易散落，应及时收获。

（盛诚桂）

忍冬　见**金银花**。

韧皮纤维　见**麻纤维**。

日本农作物研究机构（research institutes of farm crops in Japan）　日本从事**农作物**研究的国立研究机构，有农业研究中心、农业生物资源研究所、热带农业研究中心等，均设在筑波科学城，进行应用、开发及基础研究。

农业研究中心共设9部、58个研究室、6组（专项研究组），职工342人，其中研究人员215人，在20个国立农业研究机构中人数最多。该中心以研究农业技术的综合化和体系化为主要任务，共设农业计划、耕地利用、机械作业、作物第一、作物第二、病虫害防除、土壤肥料、经营管理等8个研究部。

农业生物资源研究所，共设5部、38个研究室、1场（辐射育种场），职工219人，其中研究人员123人。该所设立遗传资源、分子育种、细胞育种、机能开发等4个研究部，目的是开展生物技术等新的基础研究。

热带农业研究中心，共设2部、1室、1支所，职工119人，其中研究人员82人。该中心与国外大学、研究所及**国际水稻研究所**、国际热带农业研究中心等国际农业研究机构开展协作研究。

国立地区农业试验场（包括北海道、东北、北陆、中国、四国、九州等六个地区农业试验场），分别位于北海道、岩手、新潟、广岛、香川、福冈等地。共有职工总人数1 648人，其中研究人员821人。主要承担具有地区特点的作物品种改良、栽培管理等试验研究。

都道府县（公立）试验研究机构，是按照本地区的农业发展方向，开展有关的技术试验研究，与作物有关的公立研究机构，全国共有75个，研究人员共3 000余人。

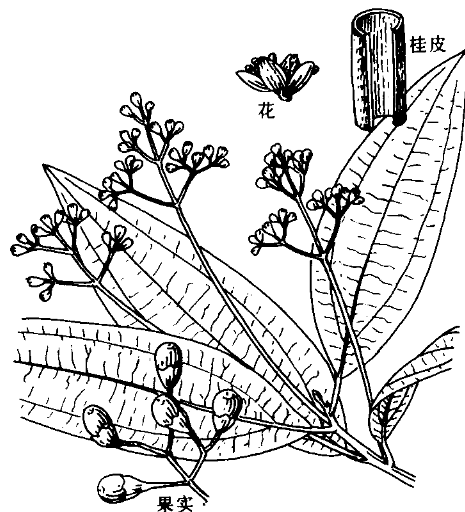
（刘婵娟）

《日本作物学会纪事》（*Japanese Journal of Crop Science*）　为日本作物学会的学术刊物。1927年创刊，当时为年刊，1931年开始改为季刊，直到现在。40年代中期因战争停刊，1946年复刊，除继续刊印该会研究报告、学术论文外，也刊登来稿。到1985年已出版了53卷。

该刊原包括作物、土壤、肥料、育种、病虫害以及经营等内容。1951年后，日本作物育种学会、草地学会、土壤肥料学会、热带农学会、杂草学会先后从作物学会独立出来，**水稻**形态生理、生态、器官形成、组织解剖、产量构成等领域成为该刊主要内容。1960年末，日本稻米出现过剩，研究重心转移，有关水稻研究报告显著减少，**大豆**、**玉米**、**小麦**等作物的文章增加。每期约120页，16开本，多数文章为日文，附有英文摘要；少数文本为英文，附有日文摘要。东京农业大学农学部出版。

（刘雅娴）

肉桂（cassia）　樟科肉桂属的一个种。学名*Cinnamomum cassia* Presl.。别名玉桂、牡桂、桂树。亚热带常绿乔木。树皮、桂油是常用中药。树皮含挥发油1～2%，油的主要成分为桂皮醛（Cinnamic aldehyde），占75～90%，还有少量乙酸桂皮酯（Cinnamyl acetate）。有散寒、止痛、活血、健胃等功效。桂油的主要成分是肉桂醛和丁香脑，主治昏迷、风湿、胎毒、头痛。也可作调味品和化妆品中的香料。主产中国广西、广东、云南、福建等地，以广东、广西种植较多。越南等国也有分布。垂直分布一般在海拔40～400米。20世纪80年代初，广西栽培面积约2.3万公顷，年产桂皮4 000～6 500吨，桂油2～6.5吨；广东年产桂皮6 000～7 000吨。20世纪80年代初，世界桂皮总产量约3万吨，其中中国约产1.2万吨，斯里兰卡7 000吨，印度尼西亚6 000吨，越南1 000吨，其他4 000吨。植株高10～15米。树皮棕色至褐色。单叶互生或近对生，革质，长椭圆形至披针形。圆锥花序腋生或近顶生，花小，白色。浆果卵圆形，内含种子一枚。花期5月至6月，果熟期2月至3月。同属还有越南清化肉桂（*Cinnamomum*



肉　桂

lourerii Nees)、锡兰肉桂(*C. zeylanicum* Bl.)，前者主要供药用，后者作香料。喜温暖湿润环境，宜在年平均温度21℃以上，一月份平均温度不低于13℃，绝对最低温不低于2.5℃，年雨量1 200～2 500毫米，相对湿度80%左右的地区种植。幼树喜荫，成年树喜光见图)。

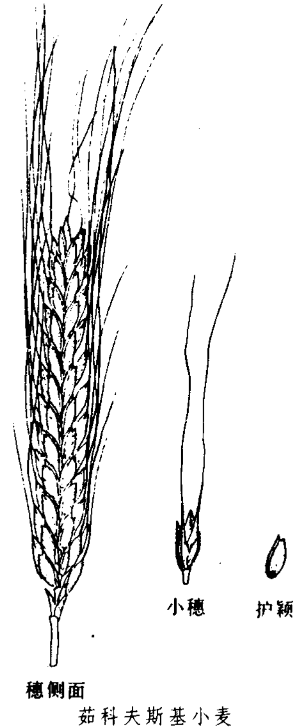
土壤以砾岩、砂岩风化的砂质酸性红壤为宜。主根深，较抗风，枝干萌生力强。以种子繁殖为主，也可用压条繁殖。3月至4月间选16龄以上健壮桂树采种，随采随播。播后15～30天发芽，及时淋水、除草、施肥、荫蔽。二年生出圃定植。采皮叶的林地植距1×1.5米。采果的植距3×4米。植后2～3年内，可间种木薯、玉米作临时荫蔽。以后每年中耕、除草、施肥2～3次。主要病害有褐斑病 *Chochliobolus nodulosus*，为害叶片，可喷1%波尔多液防治；根腐病发生在排水不良的苗圃，可排除积水，烧毁病株，用5%福尔马林消毒。主要害虫有钻心虫、卷叶蛾、天牛等，为害嫩梢、枝杆、叶片，可用乐果或敌敌畏喷杀。种后3～4年采叶，5～6年采皮制成桂通，15～20年剥取茎基皮制成桂板。每年春秋各采一次，秋皮品质最佳。一般单株产鲜皮0.5千克，鲜干比2∶1。第四年每株采叶0.5千克，鲜干比2∶1～1.7。

（丁慎言）

乳蓟子 见水飞蓟。

茹科夫斯基小麦 小麦属的六倍体种之一，学名 *Triticum zhukovskyi* Men. et Er.。染色体数2n=6x=42，染色体组型为AAAAGG。由提莫菲维小麦与栽培一粒小麦自然杂交形成，在生产上无利用价值。1957年从苏联格鲁吉亚的小麦品种赞杜里(Зандури)群体中分离出来的，分布地区极窄，植物学性状单一，未发现变种(见图)。

春性，成熟很晚。株高130厘米左右，成株叶片有粗硬茸毛。穗部类似提莫菲维小麦，穗扁平，长8～9厘米，每穗约有24个小穗，每小穗具2芒，芒与穗轴平行，每小穗2～3粒。颖壳白色、有毛。穗轴易折断，折断方式为上节位。护颖脊窄。籽粒带皮(稃)，蛋白质含量约24%。对白粉病、条锈病、叶锈病、散黑穗病、腥黑穗病抗性很强，不抗秆锈病。耐热性差。与其它小麦种杂交不亲和，因此它虽是一系列真菌免疫基因的载体，但至今尚未应用于育种中。它能引起种间杂交的细胞质雄性不育，并具有与提莫菲维小麦相似的Rf育性恢复基因。（郑殿升）



茹科夫斯基小麦

软米 (soft rice) 米质界于糯性与粘性之间的一种籼型优质米。米饭质软而甜润爽口，冷后不变硬、不回生，故食用时冷热皆宜。

中国的软米品种主要分布于云南省的德宏傣族自治州和保山地区的部分县，在临沧地区的耿马、云和、双江、永德等地也有少量栽培。其分布多集中在海拔800～1 000米之间。软米品种被异地种植后，往往难于保持其原有的优良品质。

软米地方品种的株高一般约为175厘米，高的可达205厘米，茎秆粗壮，叶较披散而色较淡，穗长粒多粒大，但着粒较稀。谷粒通常为椭圆形，但亦有细长者。米粒半透明。稻株不耐肥，不早衰，再生能力强，生育后期耐寒耐旱，但产量低，每公顷仅2 000～3 000千克。绝大多数软米品种感光性强属晚季型，著名品种有毫木西、毫木累、毫结海、毫皮等。现仅发现一个品种毫八宛，可作早季栽培。（闵绍楷）

软质小麦 见小麦品质。

S

三基点温度 (cardinal temperatures)　作物生命活动过程中所要求的最适温度以及能够忍耐的最低和最高温度的总称。在最适温度条件下，作物的生命活力最强，生长发育迅速而正常；在能忍耐的最高或最低温度限度内，一般作物即停止生长发育，但仍能维持生命；如果温度继续升高或降低，就会对作物产生不同程度的危害，直至死亡。

作物生命活动的各个过程都须在一定的温度范围内进行。通常维持作物生命的温度范围大致在－10～50℃之间，而适宜**农作物**生长的温度，约为5～40℃，农作物发育要求的适宜温度范围是20～30℃。大多数作物生命活动的最高温度是40～50℃；喜温作物的最低温度为10～15℃，耐寒作物为0～5℃。不同作物和同一作物不同**品种**或不同**生育期**，其三基点温度是不同的(见表1、表2)。作物生长发育时期的不同生理过程，如进行光合作用、呼吸作用时，其三基点温度也不同。光合作用的最低温度为0～5℃，最适温度为20～25℃，最高温度为40～50℃。而呼吸作用的三基点温度分别为－10℃，36～40℃，50℃。

表 1　几种主要作物的三基点温度(℃)

作物种类	最低温度	最适温度	最高温度
小　麦	3～5	20～22	30～32
玉　米	8～10	30～32	40～44
水　稻	10～12	20～32	40～42
豌　豆	1～2	20～25	30～32
烟　草	13～14	28	35
油　菜	4～5	20～25	30～32
棉　花	13～14	28	35

表 2　水稻主要生育期的三基点温度(℃)

生　育　期	最低温度	最适温度	最高温度
种子发芽期	10～12	20～30	40
苗　　期	12～15	26～32	40～42
分　蘖　期	15～16	25～32	40～42
抽穗成熟期	15～20	25～30	40

虽然作物生命活动的三基点温度受作物种类、生育时期、生理状况的影响而各不相同，但各作物的三基点温度仍有其共同的特征：①最高温度、最低温度和最适温度都不是一个具体的温度数值，而是有一定的变化范围。②无论是对作物生存或生长和发育而言，其最适温度基本上是同一个变幅范围。③各种作物的最低温度的最低点之间差异很大，最低温度距最适温度的离差范围亦大。但最高温度差异较小，最高温度与最适温度的离差也较小。

三基点温度，在确定温度的有效性和作物种植季节，以及在计算作物生长发育速度、光合潜力与产量潜力等方面，都得到广泛应用。在生产实践中，所谓适时**播种**，就是在作物能忍受的最低温度范围和出苗发芽最适宜温度时段内确定播种期。培育早熟品种，对夏收作物来说，就是能在夏季高温危害前收获的品种；对秋收作物来说，是使其避开后期的低温冷害，从而能获得高产的品种。　（袁祖培）

三交　见杂交方式。

三交种 (three way cross)　用A、B、C三个血缘不同的**玉米自交系**经先后两次杂交组成的**杂交种**。可用(A×B)×C表示。

三交种的生长整齐度和产量不如**单交种**，但优于其它方式的玉米杂交种。三交种的制种程序比单交种要多一些，需将A×B单交种作为母本与C自交系进行杂交，配成三交种。在生产上推广三交种时，需要配套设置五个隔离区，其中三个区用来分别繁殖三个亲本自交系，一个区配制单交种，另一个区配制三交种，即用上年制成的单交种作母本，用一个自交系作父本。这样配成的三交种的种子生产成本比单交种的低，比双交种的高。　（程经有）

三裂叶葛藤 (tropical kudzu)　豆科葛藤属的一个种，学名 *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.，多年生草质藤本植物。别名爪哇葛藤。营养丰富，适口性好，是优质家畜饲料。广泛用于胶园、油棕园作绿肥、饲草及覆盖作物，也可作牧场牧草种植。原产印度尼西亚、马来西亚、印度等国，广布于整个湿润热带区。中国广东、广西、云南、台湾等省（自治区）有大面积栽培。

根深，茎纤细，长2～6米，幼芽密被褐色毛。三出复叶，中央小叶长6～10厘米，宽5～9厘米，侧生叶较小，偏斜，全缘或不规则三裂。总状花序，单生，中部以上有花，花淡蓝色或淡紫色。荚果近圆柱状，长5～8厘米，直径约4毫米。种子长椭圆形，两端截平，深褐色。

性喜短日照，一般生长在海拔600米以下，年雨量2 500毫米以上的湿润热带地区。生长需要的最低温度约为12℃，不耐寒，易受霜害冻死。土壤适应性广泛，

能在砂质至粘质的各种土壤上生长，土壤pH4～5最好，pH6～8常呈现缺铁症状。耐水湿，但不耐盐碱。稍耐荫。花期冬季，翌年1月至2月种子成熟。开花结荚期间易遭豆荚螟为害，故结种很少。每千克种子8万～9万粒，硬实率高达80～95%。

种子繁殖和扦插繁殖均可。但在产种困难地区，扦插繁殖最易建立，成本亦较低廉。通常于夏秋阴雨天气，选取着生在空旷地上的粗壮藤蔓，切成长约30～40厘米的插条，横埋于土中。种子繁殖时，多单一种植。可同**毛蔓豆**、**蝴蝶豆**混种，其重量比例为1:5:4，或仅与蝴蝶豆混种，比例1:4。为了提高发芽率，常将种子放在始温约70℃的水中浸泡数小时，晾干后播种。也可用浓硫酸拌种15～20分钟，用清水洗净、晾干后播种。大面积种植时，多撒播或条播，间或也有用营养砖育苗移栽的。株行距30×80～100厘米，每公顷播种量3～6千克。一般种后8～9个月可形成厚约70厘米的覆盖层。

种植后，及时除草，适量施用化肥。一般种植当年每公顷施过磷酸钙100～225千克或磷矿粉380千克左右，以后每隔一两年施磷肥一次。要防止其缠绕主作物，建立草场要避免过度放牧。主要害虫为豆荚螟 *Etiella zinckenella*。

三裂叶葛藤一般每公顷产鲜物质30～50吨，干物质含量20.4～22.6%。干物质含粗蛋白质11.8～20.5%，粗纤维26.1～41.3%，$P_2O_5$0.25～0.65%，K_2O1.40～1.62%　　（胡耀华）

三七（sanchi）　五加科人参属中的一个变种，学名 *Panax pseudoginseng* Wall. var. *notoginseng* (Burkill) Hoo et Tseng，多年生草本植物。别名田七、参三七、山漆、金不换等。李时珍曰："彼人言其叶左三右四故名三七，盖恐不然，或云本名山漆，谓其能合金疮，如漆粘物也，此说近之。金不换，贵重之称也。"以根及根茎供药用，为中国特产。主产于云南省文山州及广西壮族自治区百色地区，江西、湖北、四川和贵州等省亦有栽培。

株高20～60厘米。主根呈倒圆锥形或短圆锥形。掌状复叶轮生于茎端，一年生植株有复叶1片，二年生有1～3片，三年生有3～7片，复叶有小叶5～7枚，椭圆形或倒卵形，边缘有细密锯齿；根茎每年生一芽，后生长成植株。因此，可从根茎留下芽的痕迹数出三七的年龄。种植二年后秋季开花。伞形花序生于茎顶叶丛中，花两性，淡黄绿色。果熟期11月至12月。成熟浆果红色，肾脏形或三角形，内含球形种子1～3粒（见图）。


三　七

喜温暖而阴荫湿的环境，怕严寒和酷暑，也畏多水。广西在海拔700～1 000米、云南在1 000～1 600米地区栽培；土壤为疏松红壤或棕红壤，微酸性；年平均气温16.0～19.3℃为宜。生长期间若气温持续3～5天，在30℃以上，植株易发病。冬季在－10℃绝对低温时对幼芽无严重冻害，但会延迟幼芽的萌发。在较寒冷地区，幼苗易产生立枯病。花果期气温在10℃以下，影响果实饱满。栽培地宜选东坡，坡度5°～15°为宜。在低洼地种植易发生根腐病。

种植前搭成平顶式高1.5～1.7米的荫棚，俗称"天棚"，每个三七园荫棚面积以2～3亩为宜，棚的四周设围篱。早春光弱温低，天棚透光度以60～70%为宜，4月上旬气温上升，透光度以50%为宜。11月至12月播种，选饱满果大的作种，播种前脱去果皮，用代森锌或石硫合剂浸种消毒。按行株距5～6厘米单粒点播，播后盖土约1.5厘米厚，覆土后用草盖畦面，每公顷播140万～150万粒。幼苗生长一年，于12月至翌年1月移栽，移栽前幼苗需进行消毒。将幼苗按大小分级，株行距15～18厘米，芽头向下斜栽，每公顷22.5万～30万株，栽后盖土约3厘米厚，畦面盖草。用厩肥和草木灰作基肥，在播种或移栽前把磷肥饼肥拌于土中，一年追肥2～3次。三七园应经常保持湿润，注意防涝抗旱。病虫害有根腐病 *Fusarium scirpi*、锈病 *Uredo panacis*、白粉病 *Oidium* spp.、炭疽病 *Colletotrichum panacicola*、立枯病 *Rhizoctonia solani*、短须螨 *Brevipalpus* spp.、蛞蝓 *Agriolimax* spp.。此外，还有黑斑病、蚜虫、尺蠖、粉介壳虫等。

一般栽后四年收获，每公顷产干货900～1 500千克。8月至9月开花期收获的称为"春七"，块根组织结实，产量高。11月收果后收获的称为"冬七"，块根皱缩，质量差、产量低。6月抽薹时摘除花薹，推迟至11月收获，可提高植株抗病力，并显著提高产量和质量。留种的应选三年以上的植株较好，除去花序旁的托叶，并设

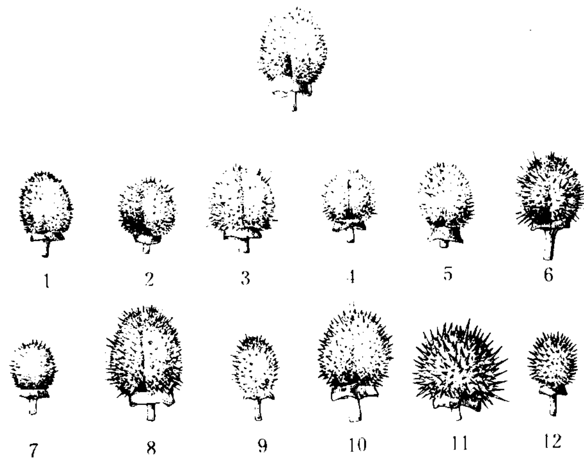
立支柱，防止花葶弯折。收获的块根，洗去泥土，按大小放置，日晒或火烘(36～38℃)2～3天，开始发软后削去根茎、支根、须根等，再分别进行日晒或火烘。稍软后即行搓揉或投入转筒中滚动，使其互相摩擦。拿出后再烘或晒，反复3～5次。最后一次在转筒中加些稻谷或青小豆，使表皮成光滑干爽的商品。剪下的根茎、支根和须根，商品称"剪口"、"筋条"和"三七根"。

根含总皂甙约12%，和人参含量类似，主要为人参皂甙R_{b_1}、R_e、R_{g_1}，但R_c含量较人参为低，且不含人参皂甙R_c。三七总皂甙水解后，主要得人参三醇，其次为人参二醇，未检出齐墩果酸。此外，尚含黄酮甙、淀粉、蛋白质、油脂，并有生物碱反应。还分离得止血成分为β-N-单草酰基-L-α、β-二氨基丙酸。

味甘、微苦、性温。有止血散淤、消肿定痛的功能。主治咳血、吐血、崩漏、外伤出血、跌打肿痛等症。民间有用作补血和强壮药，并有增加冠状动脉血流量，减慢心率的作用，用于预防和治疗冠心病。

（何振兴）

三体 (trisomics)　在生物的染色体组中，某一对**染色体**多了一条同源染色体，这种个体称为三体或初级三体(n－1)Ⅱ＋Ⅲ。除初级三体外尚有次级三体和三级三体。如三体的额外染色体为一条等臂染色体，则称为次级三体；额外染色体为两条非同源染色体相互易位所形成的易位染色体，则称为三级三体或易位三体。不同植物的初级三体形态特征因额外染色体的不同而各不相同。如普通曼陀罗*Datura stramonium* L.的12个初级三体(见图)蒴果形状各异。小麦的21个三体与正常双体差异则不大，仅5A三体呈密穗形和2A、2B、2D的三体呈窄叶型。



普通曼陀罗的12个初级三体蒴果类型

1. 辊轴形 (2n＋1•2)；2. 发光形(2n＋3•4)；3. 鬈发形 (2n＋5•6)；4. 小球形 (2n＋7•8)；5. 减缩形 (2n＋9•10)；6. 尖齿形(2n＋11•12)；7. 长形(2n＋13•14)；8. 刺猬形 (2n＋15•16)；9. 褶皱形 (2n＋17•18)；10. 茂盛形 (2n＋19•20)；11. 球形(2n＋21 22)；12. 冬青果形(2n＋23•24)

三体的培育　初级三体较易获得，它可来自双体的自然群体中，曼陀罗的球形蒴果三体便是选自普通真果曼陀罗群体中产生的**突变**；也有由双体减数分裂时发生不联会和联会消失形成n＋1配子，再与n配子受精产生初级三体。如P．L．督斯克(Dysk)等(1964)从二倍体燕麦的联会消失后代中选育出六个初级三体。另外利用单倍体或三倍体与正常二倍体杂交，在后代中也可选出初级三体。

三体的传递　三体中的额外染色体主要通过雌配子传递，例如以矮生黑麦三体为母本与正常双体杂交，获得32.8%三体，而以三体为父本，双体为母本时，子代没有三体。在减数分裂中，额外染色体常常因落后而消失，故n配子总是多于n＋1配子，而带有n＋1条染色体的花粉竞争能力明显弱于具有n条染色体的正常花粉，故额外染色体难以通过雄配子传给子代。雌配子在形成卵细胞时，只要产生n＋1的大孢子便可望保留一定的传递频率。

三体的分离与正常双体明显不同。以双显性AAa基因型三体为例，它产生的n和n＋1两种配子，其频率应为1AA：2Aa：2A：1a。自交产生的后代，表型频率是1AAAA，4AAAa，4AAaa，4AAA，10AAa，4Aaa，4AA，4Aa，1aa〔(即35A：1a)＝(5A：1a)×(5A：1a)〕(见表)，回交后代的频率则为5A：1a。这是基于两种假设：①额外染色体的传递在雌雄配子每方均等皆为50%，则它的后代25%为四体，50%为三体，25%为双体。②在着丝粒与特定基因间无交换，完全是随机分离。由于它是按染色体为单位进行分离，故又称为"染色体分离"。然而n＋1配子很少能通过雄配子传递，有功能的雄配子一般只有n配子，则其产生的配子频率应为2A：1a。通过雌配子传递n＋1配子也较少，设为25%，则后代表型显、隐性频率为11A：1a，即(3A：1a)×(2A：1a)。这种情况产生的后代只有三体和双体，没有四体的后代。

AAa型杂合三体产生后代表型频率

♀ \ ♂	1AA	2Aa	2A	1a
1AA	1AAAA	2AAAa	2AAA	1AAa
2Aa	2AAAa	4AAaa	4AAa	2Aaa
2A	2AAA	4AAa	4AA	2Aa
1a	1AAa	2Aaa	2Aa	1aa

利用三体进行基因定位是二倍体物种常用的一种方法。如须对黑麦的新隐性突变基因定位，可将该突变体作父本与七个黑麦三体杂交，再将F_1自交或与双隐性亲本回交。如自交或回交后代表现3∶1或1∶1的分

离，则该突变基因不在杂交的三体上，如分离偏离3∶1或1∶1，则该基因位于这一杂交组合的三体染色体上。（吴兰佩）

三叶草 (clover) 豆科三叶草属植物，学名 *Trifolium* L.，为多年生或一年生草本植物。又名车轴草。分布于全世界温带地区。

植株直立或匍匐。掌状三出复叶，小叶全缘或有锯齿。托叶连生于叶柄。形状大小各异。总状花序，呈头形或穗状，着生于叶腋花梗或茎的顶端。花小，白、黄、紫、红或杂色。小花数3～200朵，自花或异花授粉。荚小、膜质、包于萼内，不裂开，含种子一至数粒，种子大小颜色差异显著。全株光滑或有毛。喜温暖湿润气候，不耐热、不耐旱，各种土壤均能生长，而以排水通畅，富有机质与钙质土壤最为适宜。本属是具有广泛栽培意义的一类重要牧草作物，也是重要的绿肥与水土保持植物，全属约有250种。在农业上有经济价值的有25种，其中最重要的约10种。西欧、北美、大洋洲栽培面积最大，苏联次之，中国常见的野生种与引入种有8种，其中栽培较普遍的种有红三叶、白三叶与绛三叶等。几种三叶草的营养成分如下表。

三叶草的营养成分

草名	占鲜重（%）						占干物质重（%）				
	干物质	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分
红三叶	17.8	3.0	0.6	3.8	8.6	1.8	17.1	3.6	21.5	47.6	10.2
白三叶	20.0	4.9	0.5	2.5	9.5	2.6	24.7	2.7	12.5	47.1	13.0
杂三叶	24.1	4.1	0.6	6.3	10.7	2.4	17.0	2.5	26.1	44.4	10.0
绛三叶	17.4	3.2	0.5	4.6	7.2	1.9	18.4	2.9	26.4	41.4	10.9
埃及三叶	14.0	2.7	0.5	3.2	5.3	2.3	19.3	3.6	22.9	37.9	16.3
波斯三叶	—	—	—	—	—	—	16.3	1.8	30.8	40.8	10.3
地三叶	12.8	2.9	0.4	2.6	5.0	1.9	22.7	3.1	20.3	39.1	14.8

（梁祖铎）

砂仁 见春砂仁。

砂田栽培 (sand and gravel culture) 采用卵石、砂砾分层铺在土壤上面后种植作物的技术措施。是干旱地区的一种特殊栽培法。主要应用在中国甘肃省中部干旱缺水的黄土高原，宁夏南部、青海东部也有零星分布，常年面积约8万～9万公顷。

主要作用 ①减少蒸发，蓄水保墒。土表覆盖一层砂砾后，空隙大，渗水力强，有利于接纳降水，并可切断土壤毛细管作用，防止水分蒸发，提高抗旱保墒能力。②提高地温，促进早熟。覆盖的砂砾吸热比一般农田快，白天受热后，土温上升较快，夜间散热较慢。因此，砂田土温比一般田要高，昼夜温差较小，其土壤可提早10天左右解冻，推迟20天左右结冻，有利于早播种、早成熟，同时可扩大种植生育期较长的品种和一些喜温的作物。③保持水土，减轻盐碱危害。砂层覆盖可减少地表径流，防止大风吹蚀表土；减少土壤水分蒸发，抑制盐分上升，同时通过接纳降水的淋洗，起到"压减"作用。所以，上述地区砂田栽培的作物产量比一般农田明显提高，大旱年份尤为显著。

种类 按所铺的砂砾种类可分为：①卵石砂田。用直径小于10厘米的卵石和细砂铺成。这类砂田含土少，不易粘结，抗旱效果好，使用年限较长。②破石砂田。用砂砾和片石混合铺成，保墒作用不如前者。③绵纱砂田。用河沙铺成，不含碎石而含泥土，抗旱作用较小。④锈砂田。砂石中含土较多（15～20%），砂粒直径1～7毫米，较大的卵石极少，先期增产效果好，但利用年限短。

按有无灌溉条件可分为：①旱砂田。在砂田面积中占的比例最大，可使用30～40年或更长。②水砂田。分布于有灌溉条件的地区，可使用8～10年。

按利用年限的长短可分为：新砂田、中砂田和老砂田。新、中水砂田主要是提高地温，以种植瓜类蔬菜为主。前者仅利用3～4年，后者为5～6年。老水砂田和旱砂田主要是抗旱保墒，以种植粮食作物为主。老水砂田利用年限一般在7年以上，新旱砂田多在20年以下，中旱砂田为20～40年，而老旱砂田则长达40年以上。

铺设与更新 选择地势平坦、砂源较近且埋藏较浅的地方，铺砂前平整地表，施足有机肥料，精细耙耘，压实土壤，达到"表实下虚"。"表实"可避免砂、土混合，"下虚"有利于作物根系生长。土层封冻后铺砂，一般在土表先铺一层细砂，再铺一层较粗的砂，最后铺一层鹅卵石，每次均要求砂层厚度均匀一致。另一种做法是，砂砾不分大小和层次，混合后一次铺在

土表，也有良好效果。一般水砂田的厚度为6～7厘米，旱砂田10～17厘米。在靠近小山沟或山坡的旱砂田，必须挖沟排洪以防止游土。

老砂田的更新多利用农闲季节，将已老化、不起抗旱作用的砂层起除干净，称"起砂"。起砂后，最好休闲1～2年，以改善土壤理化性状，蓄积雨水，然后再按上述程序覆盖新砂。

栽培技术

耕作　铺砂后，对土壤不进行直接耕翻，但为了疏松砂层，清除杂草，在前茬作物收获后，适时扒开砾石进行耕松，次数宜少不宜多，一般每年耕松4～5次。多在雨前耕，可使混入砂层之土粒由雨水淋洗而移至砂土下层。新砂田砂层疏松，含土量少，板结程度轻，如杂草不多，可不耖砂。中、老砂田由于栽培年限较长，砂层含土量多，雨后易板结，应进行耖砂。耖砂要按不同方向纵横交叉进行，要求深浅和距离一致。每年最后一次耕耖，要耙地收墒，春播前再耙，以利播种。耖砂要防止砂、土混合，做到砂、土两清。当混土程度达砂量的1/4时，覆盖的抗旱保墒作用几乎丧失，应将老砂起除，重新铺压新砂。

作物及品种选择　一般农作物、瓜类和蔬菜均可种植。但有些作物如玉米、向日葵、高粱等，由于消耗地力较大，或因根系粗大，收获时易引起砂土混合，影响砂田的使用年限。较耐旱的粮食作物，管理省工，多种于旱砂田；城市郊区的水砂田，一般水肥条件较好、劳力较多，适于种植瓜类、蔬菜及棉花等经济价值较高的作物。

播种　农作物采用楼播，种子播在砂层与土壤衔接处，旱砂田行距较大，水砂田行距较小。瓜类和蔬菜根据不同株行距采用划行开砂点播，扒开砂层，挖松土壤把种子放入土内，轻轻压平覆以约3厘米厚细砂，定苗后中耕时填平播种所开的穴窝。

施肥　施肥方法分通施（挨行开沟）、条施（隔行开沟）及穴施三种。农作物采用前一种，瓜类及蔬菜采用后两种。通施及条施是先将砂层扒开66厘米左右宽的行，扫净下层细砂，将肥料匀施入土内，然后整平，压实土层，最后将砂砾覆盖原处。穴施是在播种前扒开33厘米见方的砂面，"清砂"后挖松土层将肥料均匀施入土中，耙平拍实，盖好砂层以待播种。旱砂田一般不施追肥。

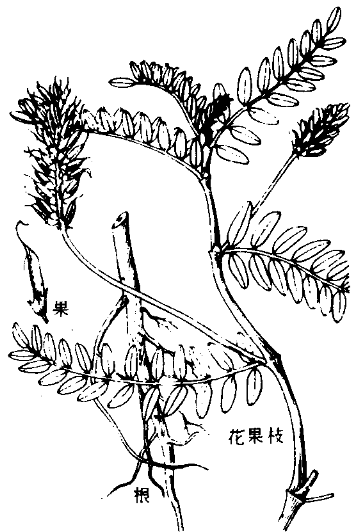
管理及收获　砂田的管理包括：瓜类和蔬菜出苗后、晚霜尚未终止前，用陶土制的碗覆盖防寒，早晨揭晚间盖；间苗时紧压根部的砂面，轻轻拔掉；定苗时为了不损伤留苗的根系，将要间的苗从茎部子叶以下剪断，不用手拔；水砂田追施氮肥，撒在植株附近，然后灌水；修好排洪渠道，以免洪水漫进和混入泥沙；雨后或灌水后防止人畜践踏；及早铲除田间地埂杂草；填垫鼠洞，经常灭鼠。收获时，为了减少带土，要"平拔"，而不要"立拔"。拔后立即将落叶清除出田外，保持砂田清洁和防止病虫传播。

（王宝善　龙维天　胡恒觉）

沙打旺 (shadawang)　豆科黄芪属中的一个种，学名*Astragalus huangheensis* H. C. Fu. et Y. H. Liu. spp.，多年生草本。又名麻豆秧、薄地犟、苦草、地丁、直立黄芪等。是饲草、绿肥、防风固沙、保持水土等兼用作物。

原产中国，在河南、河北、山东、江苏北部的沙土地及黄河故道上均有分布。在辽宁、内蒙古以及华北、西北地区广泛栽培。株高1～2米。在干旱地区5年生的植株根深可达6米，主根明显，侧根较多，茎中空，直立或斜生。主茎不明显，分枝多10～35个。叶为奇数羽状复叶，小叶7～25枚，对生，长椭圆形，有丁字形的白茸毛。总状花序，蓝紫色，蝶形花冠，荚果矩形，长6～13毫米，两室，含黑褐色种子4～10粒。千粒重为1.7～2.0克，生长寿命5～10年（见图）。

耐寒冷、干旱、瘠薄及盐碱，喜温暖气候，适于生长在年平均气温8～15℃的地区，气温20～25℃时生长最快，在0℃以上积温低于3 600℃、海拔高于2 000米、无霜期短于180天的地区仍生长良好，但不能开花结果实。80年代选育的早熟品种辽宁早熟沙打旺，在无霜期150天的地区也能开花结籽。年降水量300毫米左右的干旱地区可正常生长，不宜在低洼易涝地区种植，淹水1～2天植株全部死亡。1984年底统计，全国种植面积达53万公顷。



沙　打　旺

种子小而光滑，适于各种方式播种，特别适于飞机播种。每公顷播种量4～8千克，宜在雨季前夏播，播后降雨，降雨量30毫米以上连阴数天时即可较好出苗。冬前播优于春播，每公顷存苗密度4.5万～9万株为宜。苗期生长较缓慢，第二年则成郁闭的草丛，即可收刈青草或放牧。每公顷收鲜草30～45吨，收种子150～450千克。

营养较丰富（见表），开花期粗蛋白质及氨基酸含量较高，但结实后茎秆木质化，不适于作饲料，只适

于作燃料。由于根量大，改良土壤理化性状明显，在初花期茎叶干物重肥分含量为N3.10%、$P_2O_5$0.4%，K_2O1.84%。作绿肥翻压，肥效显著。

沙打旺营养成分表(%)

样品	干物质	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维
分枝期鲜草	22.0	4.0	0.6	5.3
初花期鲜草	32.0	4.2	0.6	9.8
样品	无氮浸出物	粗灰分	钙	磷
分枝期鲜草	9.7	2.4	0.52	0.06
初花期鲜草	15.4	2.0	0.66	0.04

植株内含有机硝基化合物，有苦味，适口性较差，可以安全喂反刍家畜。对单胃动物应与其它饲料配合饲用。由于花期较长，也是较好的蜜源植物。

（黄文惠）

晒田 (paddy field drainage)　水稻在对水分反应不甚敏感的生育期间，排除田间水层，并降低土壤水分的一种调控水稻生长发育的措施。又名烤田或搁田。这是中国水稻灌排技术中的一项传统经验。早在17世纪的《沈氏农书》中即有"立秋边，或稿干，或耘干，必要田干裂缝方好"，"惟此一干，则根脉深远，苗干苍老，结秀成实"等有关晒田技术与作用的详细论述。

晒田的生理生态效应，主要表现为稻田在排水晒田时，耕层土壤水分逐渐降低，大量空气直接进入土层，土壤中含氧量增多，氧化还原电位提高，还原性物质减少，有机物矿化加速。但由于铵态氮被氧化为硝态氮而逸失；磷由易溶性向难溶性转化，耕层土壤中有效养分含量暂时降低。晒田过程中，水稻根系下扎，但根的吸收活动受到抑制，削弱了地上部分的氮素供应，各器官中总氮量均明显降低，植株体内的蛋白质合成减弱，从而使水稻营养生长暂时受到抑制。高产栽培中，在促进分蘖早生快发的基础上，采用排水晒田的措施，就正是利用这种暂时的抑制作用，控制后生分蘖继续发生，加速劣势弱小分蘖死亡，并避免叶片过分伸长。这对于协调群体与个体的发展，改善中期群体冠层结构，提高成穗率，促进生长中心由营养生长向生殖生长顺利转移，均有良好的作用。同时，经过晒田的稻株，茎基部节间较短，机械组织厚度增加，细胞间空腔变小，抗倒伏能力增强。植物同化氮素总是以耗用碳水化合物代谢产物为基础的，晒田期间水稻体内蛋白质合成减少，使部分同化产物得以多糖的形式在茎鞘中积累起来。晒田复水后，耕层土壤中速效养分含量提高，水稻根系活力增强，植株的氮、碳代谢水平均明显提高，这样就为培育大穗，提供了良好的物质基础。

在晒田技术上，一般多采用一次晒田，即在分蘖期间当全田总茎数发展到计划穗数时进行。江苏、浙江两省地下水位高、土壤粘性重、稻株长势过旺的肥田，也有三次晒田(分别在分蘖末期、幼穗分化前和出穗前三五天进行)。对于盐碱土和缺乏水源的稻田，则不宜晒田。

（蓝泰源）

晒烟　见中国名晒烟。

山菠菜 (garden orache)　藜科滨藜属的一个种，学名*Atriplex horuensis* L.，一年生草本饲草作物。又名野菠菜、榆钱菠菜。原产中国青海和新疆。青海、新疆、内蒙古、河北、山西、黑龙江等省(自治区)高寒地区和盐碱地栽培。适于冷凉气候，不耐高温，南方不宜栽培。


山菠菜

直根系，根深30～60厘米；茎高2米左右，棱形，光滑；叶为三角卵圆形或戟形，对生和互生；花梗着生于顶部和叶腋间，雌雄异花；种子圆形，荚生于增大的圆形苞叶中，千粒重8克左右。种子寿命短，2～3年即失去发芽能力(见图)。

苗期能耐-6℃低温，结实期能耐早霜，在高寒地区生长良好。抗旱性较好，也能耐涝。耐盐碱，在pH为9的重碱地上出苗保苗率可达80%以上。在土壤含盐量0.3～0.6%的范围内能够生长。早春化冻后即可播种，播种量7.5～15千克/公顷，条播或撒播。出苗后间苗，按行距30～60厘米，株距20厘米定苗。株高达1米以上时开始刈割，每30天割一次，一年可割2～3茬，可产青饲料30～45吨/公顷，种子产量1.1～1.5吨/公顷。

叶片肥厚、柔嫩，主要做猪的青饲料。宜青饲或打浆，也可做青贮料。刈割时留茬高度20厘米并带有5～6片叶，以利从叶腋中再生新枝。此外，也可劈叶利用，不断劈掉下部叶，留中上部叶继续生长。干草含干物质96.3%，其中粗蛋白质15%，粗脂肪3.6%，粗纤维9.3%，无氮浸出物48.4%，灰分20%。

（耿华珠）

山黧豆 (athyrus)　豆科山黧豆属植物，学名*Lathyrus* L.，英名又称etchling。本属约有200多种，原产欧洲和北美。中国栽培的主要是普通山黧豆(*Lathy-*

rus sativus L.)，又名马牙豆、牙齿豆。分布在西北地区，为肥饲兼用作物。

普通山黧豆为一年生草本，根有根瘤，茎半匍匐状，柔嫩，具四棱，二棱成翼状，长0.5～1.5米。叶为一对羽状复叶，顶端具卷须，小叶披针形，花梗腋生，花大、单生，花冠白色或蓝紫色，荚果微扁，含种子2～5粒，白色或灰白，楔形，千粒重110～230克（见图）。



普通山黧豆

种子发芽适温为16～20℃，幼苗能忍受－8℃左右低温，耐旱耐瘠性强，在年雨量350～400毫米的黄土高原，产量稳定。对土壤要求不严，在排水良好的沙壤至粘土上均能生长，但耐湿性差。在中国西北地区栽培，留种地3月中旬至4月中旬播种，每公顷播75～90千克，条播行距30厘米左右。至7月初，当90%的荚果变黄时，即可收获，每公顷可收籽1 200～2 300千克；刈草地自3月至8月上旬均可播种，每公顷播100～120千克，条播行距20厘米左右。每公顷可收鲜草10～23吨，干旱地区如有灌溉条件，生长良好，瘠地种植，要施钾肥，增产显著。其茎叶含水分70%左右，可青饲、放牧、青贮或调制干草，各种家畜均喜食，种子蛋白质含量高（其养分含量见表）。

普通山黧豆的营养成分表

类　别	粗蛋白（%）	粗脂肪（%）	粗纤维（%）	无氮浸出物（%）
鲜　草	3.4	1.4	9.1	15.0
干　草	18.2～20.2	2.3～2.5	23.4～25.87	32.6
种　子	22.9	0.6	3.6	3.6

但是，种子含有β-草酰氨基丙氨酸毒素，影响饲用价值，种子经蒸煮或在水中浸24小时，可减少毒性。但不宜长期单独用种子饲喂，在日粮中占饲料的比例不应高于25%。

中国四川在20世纪70年代引种扁荚山黧豆 *L. cicera* L. 成功，其种子含毒素低于国际规定标准，可作食用，该种在四川秋播越冬，已作粮、肥、饲兼用作物利用。

（洪汝兴）

山药　见薯蓣。

山野豌豆 (broad leaf vetch)　豆科巢菜属的一个种，学名*Vicia amoena* Fisch.，多年生草本植物。又名落豆秧、芦豆苗、宿根苕子。为饲草、绿肥或覆盖保土作物。中国东北、华北、西北各区及四川省均有野生种分布，有少量栽培。苏联、朝鲜、日本也有野生种。

主根粗壮，侧根发达，有根蘖；茎具四棱，高90～120厘米，有疏长柔毛；偶数羽状复叶，小叶8～12对，正面绿色，背面灰绿色，椭圆形，长1.5～3.5厘米，有卷须，托叶宽大戟形有毛；总状花序，有小花10～30朵，排列紧密，花冠紫色或紫红色；荚果矩形，棕黄色，有光泽，长1.5～2.5厘米，含有种子2粒或3粒（见图）。



山 野 豌 豆

喜冷凉气候，对土壤适应性广，在水分和肥力较好的土壤上，株高可达1.5米，耐旱、耐寒、耐荫性均较好。播种后，第一年植株矮小，第二年起生长旺盛，再生性强。在东北可于7月及9月各割草一次，一般产干草4 500～6 000千克/公顷或产鲜草15～19吨/公顷，种子采收容易。可以与多年生禾本科疏丛型草混播，可放牧也可收干草，干物中含粗蛋白质18.00%，粗脂肪2.82%，粗纤维33.14%，无氮浸出物6.73%，磷0.35%，钾2.3%，钙0.63%，镁0.23%，鲜草含N 0.68%，P_2O_5 0.139%，K_2O 0.36%。

（顾荣申）

山茱萸 (common macrocarpium) 山茱萸科山茱萸属中的一个种，学名*Macrocarpium officinalis* (Sieb. et Zucc.) Nakai.，落叶灌木或乔木。果肉供药用，称萸肉、山萸肉。分布于中国陕西、山西、山东、浙江、安徽、河南和四川等省。主产于河南和浙江两省。野生或栽培均有。

株高2～8米。树皮淡褐色，片状剥落，小枝圆形或带四棱形，粉绿色，干后紫褐色。叶对生，卵形至长椭圆形，顶端渐尖，基部楔形，上面疏生平贴毛，下面毛较密，侧脉6～8对，脉间有黄褐色毛丛。花开放先于叶，伞形花序腋生或生于小枝顶端，花黄色。核果椭圆形，熟时深红色。花期3月至4月，果期4月至10月。



山 茱 萸

喜温暖湿润气候。野生于阴湿溪谷两旁的林下或向阳山坡灌木丛中。对温度要求不严，一般在35～－10℃间均可生长。在北京地区也可安全越冬。开花期遇冻害或长期阴雨会严重减产。宜于土层深厚、肥沃、湿润、排水良好的砂质壤土或壤土栽培，一般地边、沟边、丘陵、半山坡等地均可种植。

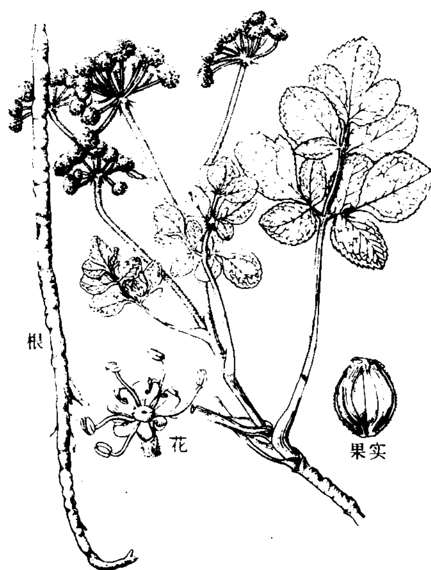
种子繁殖。秋季果实成熟时，选择皮厚、粒大、饱满、无病虫害的果实，除去果肉，洗净后用湿砂贮藏，第2年3月下旬至4月上旬播种育苗。采用条播，行距24～30厘米。也可在10月下旬将采收的种子直接播种育苗，但出苗时间较长，须经过先高温（夏、秋）后低温（冬）、再高温（春）的过程才能出苗。出苗后加强管理，施足水肥。苗高60厘米左右即可定植，移栽时期，2月至3月或11月至12月，一般以须根较多时易于成活，按行株距3×2米开穴栽植，培土压实并浇水。每年中耕、除草、施肥2次。第二年2月上旬将顶枝剪去，促使侧枝生长。幼树期每年早春将基部丛生密枝、枯枝、病虫枝剪去，加速幼树生长。已结果的成年树，每年立春前必须整枝修剪一次，以利通风透光，使树冠长势良好，果枝健壮，花芽饱满，提高结果率。病虫害有灰色膏药病*Septobasidium bogoriense*、木橑尺蠖*Culcula panterinaria*、绿腿腹露蝗*Fruhstorferiola viridifemorata*、蛀果蛾等。定植后4～5年即可开花结果，20～50年间每株约产10千克鲜果，50年以上每株可达20～25千克鲜果，能结果100多年。一般在9～11月间果实红色时采收，采后先除去果柄，再经加工去果核，将果肉干燥。加工方法有火烘法、水烫法和水蒸法，以火烘焙为好。

果实含有莫罗忍冬甙(Morroniside)、7-O-甲基莫罗忍冬甙(7-O-Methylmorroniside)、獐牙菜甙(Sweroside)及番木鳖甙(Loganin)。此外尚有熊果酸(Ursolic acid)、酒石酸(Farfaric acid)、苹果酸(Malic acid)、没食子酸及皂甙(Saponin)等成分。药理实验有利尿降压作用；有抑菌及升白血球作用。味酸、涩，性微温。有温补肝肾，涩精敛汗的功能。主治腰膝酸痛，阳痿遗精，小便频数，自汗，盗汗，月经过多等症。 （孙鹤年）

珊瑚菜 (coastal glegnia) 伞形科珊瑚菜属中的栽培种，学名*Glehnia littoralis* F. Schmidt ex Miq.，多年生草本植物。别名莱阳参。以根入药，称北沙参。分布于中国的辽宁、河北、山东、江苏、浙江、福建、台湾和广东等省，主产山东烟台地区，朝鲜、日本、苏联也有分布。

株高30厘米。主根细长，圆柱形，长约40厘米。茎直立，少分枝。根生叶鞘带革质，有长柄；叶片羽状分裂，小叶卵圆形，边缘有锯齿。花小，白色，密聚于枝顶成复伞形花序，花枝密生白色绒毛。双悬果近圆球形或椭圆形，有棕色粗毛，果棱有翅。花期5月至6月。果熟期7月。

喜温暖、湿润气候，能抗寒，耐干旱，忌水涝，忌连作和花生茬。喜排水良好的砂质壤土。用当年种子繁殖，播前深翻地50厘米左右，并施足基肥，耙细整平作畦，播种又分秋播和春播。秋播在11月上旬，播前20天湿润种子，常翻动检查，至种仁发软。春播在早春开冻后进行，但必须在冬季将润湿的种子埋在室外潮湿的土中，经受低温冷冻处理。使种胚发育成熟，如春播干种子则当年不能出苗。播时开沟4厘米深，沟底要平，播幅宽12～15厘米，行距20～25厘米，种子均匀撒播于沟内，开第二沟时将土覆盖前沟，覆土约3厘米。每公顷用种量75～125千克。早春解冻后，若地板结，要松土保墒，干旱酌情浇水，随时除草。小苗2～3片真叶时间苗，株距2～3厘米，成三角形定苗。及时摘除花蕾。生长后期注意排水。主要病虫害有：根



珊 瑚 菜

结线虫病*Meloidogyne* sp.锈病*Puccinia phellopteri*；大灰象甲*Sympiezomias velatus*、钻心虫*Epinotia leucantha* 等。留种选健壮、无病虫、无花的一年生参根作种。于9月栽植，按行距25～30厘米，株距20厘米，斜放沟内，盖土3～5厘米。栽后十余天长出新叶。翌年4月返青、抽薹，7月果实呈黄褐色时种子成熟，随熟随采。晒干放通风处保存。如管理好，可多年收种。春参（二年生参）在第3年7月收获，秋参（一年生参）在第2年9月收获，以秋参为好。采收时，刨出根，去须根，洗净，用开水烫后，剥去外皮，晒干或烘干，置通风干燥处防虫蛀。

根含生物碱、淀粉、三萜酸、豆甾醇、β-谷甾醇。果实含珊瑚菜素(Phellopterin)、脂肪油、棕榈酸、大量亚油酸和微量岩芹二酸。药理实验：有刺激支气管粘膜，使分泌物增多的作用。味甘、微苦，性微寒。有养阴清肺、祛痰止咳作用。用于阴虚肺热、干咳、热病伤津、舌干口渴等症。 （李 知）

·芍药 (Chinese herbaceous peony) 毛茛科芍药属中的栽培种，学名*Paeonia lactiflor* Pall，多年生草本植物。古名将离、梨食、余容、离草、可离、没骨花。别名白芍药、白芍、金芍药。以根入药，种子含油量25%左右，可供制皂和涂料用，花供观赏。分布于中国东北、华北和西北地区。蒙古和苏联的西伯利亚地区也有分布。栽培历史悠久。主产中国安徽、四川、浙江、山东、河南和贵州等省。商品药材常冠以产地名称，如安徽省产者称亳白芍，四川省产者称川白芍，浙江省产者称杭白芍。野生者以及同属植物川赤芍 *P. veitchii* Lynch 和草芍药 *P. obovata* Maxim. 的根，除粗大者外，一般不刮去栓皮，亦供药用，称赤芍。

芍药株高60～80厘米，根肥大，多分枝，圆柱形或略呈纺锤形，外皮棕红色。叶互生，茎下部叶为2回3出复叶，上部叶为3出复叶或单叶。小叶片椭圆形至披针形，叶缘密生骨质小乳突。叶基常带红色。花甚大，顶生兼腋生，2～5朵，白色，粉红色或紫红色，单瓣或重瓣，萼片3～4，花瓣9～13；雄蕊多数。心皮3～5，离生，无毛。聚合蓇葖果，种子3～5枚，卵圆状锥形，棕红色或暗紫红色，有光泽。花期4月至5月，果期6月至8月（见图）。



芍 药

为喜光植物，生长期要求阳光充足。喜温和气候。在无霜期长的地区，生长较好，但能抗高温，亦能耐寒。在安徽省亳县夏季极端最高温度达42.1℃，仍能越夏；在东北地区冬季气温降到－20℃，略加培土防寒，能安全越冬。喜稍湿润的环境。但能抗一般干旱。平时不需多灌溉；忌涝，积水6～10小时，常招致烂根枯萎。为深根植物，喜土层深厚、疏松肥沃、排水良好、中性或微碱性的砂壤土或壤土。土壤含氮量不宜过高，以防枝叶徒长，影响根部生长。忌连作。产区多与红花、菊花和豆科作物等轮作。每年3月间萌发出土，4月至5月地上部生长旺盛，5月至6月根迅速肥大，8月以后地上部生长日趋缓慢，10月后逐渐黄萎，地下部分于9月至10月又发新根。

采用种子和分根繁殖。因种子繁殖的生长年限长，生产上多采用分根繁殖，在芍药采收时，从芽头着生处的下方切下根部加工入药。选健壮、充实、不空心、无病虫害的芽头作种苗用。顺其自然生长状态，切成数块，每块有芽苞2～3个，随切随栽。如一时来不及栽植，则应选阴凉、排水良好的通风场所，将芽头朝上顺序安放，厚约10厘米，用湿润砂土覆盖，预防芽苞干燥或霉烂，作短暂贮藏。栽植时间8月至9月，以早为

佳。行距45～60厘米，株距30～40厘米，应因地制宜，适当密植，以提高产量。一般采收单位面积的芍药所得芽头，其繁殖系数为3～4倍。单瓣芍药结实多，7～8月间选强壮母株上所结的成熟种子，随采随播，或将种子与湿砂层积贮藏至9月中下旬播种，勿使种子干燥，以免失去发芽力。整好苗床，按行距30厘米播种，每公顷播种量45～60千克。幼苗培育2～3年后于秋季移栽。栽植前选好地，施足基肥，深耕细耙。栽后要加强田间管理，每年中耕除草3～4次，中耕宜浅，结合追肥。雨季注意防涝，旱季适当灌溉，冬季培土防寒。除留种母株外，春季现蕾时摘除花蕾，以集中养分促进根部生长。病虫害有灰霉病 *Botrytis paeoniae*、锈病、叶斑病 *Cercospora paeoniae*、软腐病 *Rhizopus stolonifer*；小地老虎、蛴螬等。栽后3～4年采收。5年生以上根常老化干枯，产量低，品质差。采收时间多在8～9月进行，过早则影响产量；过晚则根内淀粉转化，粉性不足，品质差。芍根切下后，按商品规格分大、中、小三级，先煮后刮去褐色栓皮，或先刮皮而后煮，在沸水中烫泡5～15分钟，以透心为度，然后切段或切片，晒至全干。一般每公顷产鲜根10.5～12吨，折干率为2∶1。

根含芍药甙(Paeoniflorin)、牡丹酚(Paeonol)和芍药花甙(Paeonin)，还含苯甲酸、挥发油、鞣质、三萜类、β-谷甾醇等。药理实验：有镇静、解痉、降血压、镇痛和抗惊厥作用。对志贺氏痢疾杆菌、葡萄球菌以及某些致病性真菌表现抑制作用。味苦、酸，性微寒。功能平肝止痛，养血调经，敛阴止汗。主治头痛眩晕、胁痛、腹痛、四肢挛痛、血虚萎黄、月经不调、自汗、盗汗。（唐福圃）

少耕 (minimum tillage)　在传统耕作基础上减少土壤耕作的强度、次数和作业面积的耕作法。它比以**翻耕**为特点的传统耕作，可节省能耗、争取时间、提高经济效益，并且有减轻土壤侵蚀和结构破坏的作用。凡是以局部耕作代替全面耕作，以耙茬、**旋耕**代替**翻耕**，耕一播结合，**基本耕作**与**表土耕作**一次完成，间隔带状耕种，以及减少或免除中耕等，均属于少耕范畴。

世界上推行机械化少耕，始于20世纪40年代。当时美国正处于"尘暴"屡屡发生之际，为了减轻土壤的风蚀和水蚀，要求减少耕作次数，以减轻农机具对土壤结构的破坏。首先由密执安州立大学提出，在玉米产区实行犁播联合作业，即先用犁全面翻耕，以后只在作物行上耙地播种，行间不耙使地面保持一定的粗糙度，减少径流和侵蚀。50年代，美国开始用凿形犁、圆盘耙、残茬覆盖机等代替一部分铧式犁进行少耕。所谓的轮迹播法、凿式犁耕播法、带状耕翻法等少耕方法，随着除莠剂的试验成功及杀草性能的多样化，世界各国的少耕面积乃迅速增加。英国、联邦德国、苏联、澳大利亚等国家都在积极开展不同少耕法的试验和示范。

70年代以来，中国在南方和北方的旱地和水田上进行少耕研究，其中有些已取得成果并得到大面积推广。如东北松辽平原已示范推广一年翻耕一年耙茬或原垄种的轮耕法；黑龙江有较大面积实行局部深松代替全面翻耕的深松耕法；南、北方水田整地已广泛采用旋耕与翻耕轮换进行；江苏省沿江麦稻稻双三熟制地区试行深翻耕、浅旋耕和免耕相结合的三熟少耕体系。在地多人少、机械化程度较高的农垦系统各农场，应用各种少耕法也甚普遍，经济效果明显。

少耕的主要优点是：①减少农机具对土壤的碾压，避免或减轻土壤结构的破坏；②少搅动土壤，避免耕层过分松、矿化过速和散失水分；③减轻水土流失；④节省油耗；⑤争取农时，有利于下茬作物及时播种。推行少耕要因地制宜，应与当地气候条件、土壤条件、作物种类、农时季节、管理水平、生产工具等。否则，也会引起土层紧实、杂草增多，影响作物良好生长而造成减产。（邵达三　陆欣来）

射干 (black berrylily)　鸢尾科射干属中的栽培种，学名 *Belamcanda chinensis* (L.)DC.，多年生草本植物。古名乌扇、乌蒲、乌翣、草姜、扁竹、野萱花。别名地扁竹、剪刀草、扁竹兰、老君扇、山蒲扇。根状茎供药用。中国各地有野生和栽培，主产湖北、河南、江苏和安徽等省。

株高100厘米左右。根状茎略呈结节状，外皮鲜黄色，着生多数须根。叶剑形，2列，嵌叠状排列。聚伞花序呈伞房状，顶生；花被片6，橙黄色或桔黄色，内面散生暗红色斑点。蒴果倒卵状球形。种子黑色，近



射　干

球形。花期6月至8月。果期7月至9月。

喜干燥、温暖气候，怕涝、耐寒。在低温达－17℃地区可自然越冬，但越冬前须灌冻水和覆土。喜肥沃、疏松、排水良好的砂质壤土。山坡和平地均可种植。分株繁殖和种子繁殖。以分株繁殖为主，于3月至4月挖取越冬的根状茎，切段，每段上留2～3芽，待切口稍干后，以50×20厘米行株距栽种，盖土6～8厘米，压紧，灌水，5～6月即可出苗。种子繁殖采用湿砂贮存的种子为佳，采用育苗移栽或直播，春、秋播均可。出苗后，松土除草，施追肥，封垄后在根部培土，以防倒伏。生长初期应保持土壤湿润，后期防止积水而烂根。花茎应及时摘除，防止花、果消耗养分，以利根状茎生长。病虫害有锈病*Puccinia belamcandae*；蛴螬、射干钻心虫*Oxytripia orbiculosa*。用分株繁殖的2年即可采收；种子繁殖的3年即可采收。秋季挖取根状茎，去须根，晒干即成。

根状茎含鸢尾甙(Iridin)、洋鸢尾素，又名射干2号(Irisflorentin)等。药理实验：对常见的致病性皮肤真菌有较强的抑制作用和较强的抗炎作用。味苦，性寒。具清热解毒、利咽消肿功能。用于咽喉肿痛、痰咳气喘等症；外用治疗水田皮炎、跌打损伤等症。须根亦可入药，疗效相同。 （司德昭）

深松耕 (subsoiling)　用深松铲或凿形犁等农具疏松土壤而不翻乱土层的深耕方法。农田土壤中有犁底层或粘磐等难透水层的存在，限制了作物根系伸展和雨水深贮。翻耕很难打破这种不透水层，同时土层翻转容易引起失墒。采用深松耕不仅可以打破或消除犁底层或土壤中的粘磐，加深耕作层，便于根系向下伸展，而且可以土层不乱，保持原耕层的土壤微生物区系分布、有效养分梯度和水分梯度，熟化底土层，减少土壤有机质的非生产性消耗，还可使作物生长在熟土上，获得水肥的良好供应。深松后土壤表面保持原有状态，可减轻风蚀、水蚀和土壤水分的散失。其缺点是不便于肥料与残茬的翻埋。

深松有三种方式：①分层间隔深松。是中国东北地区20世纪70年代以来应用联合耕种机间隔分层深松的一种松耕方式。利用它的前铲及后铲分别疏松上下土层，后铲松土深度以打破犁底层为限，在一个行距内只深松一窄条土壤，而大部分土壤仍保持原来紧密状态。这样，在一个行距内形成了与地面呈垂直方向的松紧并存的两种土壤环境，有利于根系向深度和广度自由伸展。②全面深松。是国际上应用较多的一种方式。20世纪50年代，苏联在干旱地区为了保持土壤肥沃梯度和防止大量水分散失，在连续耙茬3～4年土壤过分紧实之后，利用轮作中的休闲地以无壁犁全面深松40厘米左右。经过一年半的时间，土壤沉实，再连续耙茬播种3～4年作物。当轮作中未安排全年休闲时，因全面深松40厘米后，沉实时间较短，从而削弱了土壤的蓄墒和提墒作用，对下茬作物保苗及幼苗生长会带来不良影响。另一种欧美经常采用的全面深松，是用凿型犁深松15～20厘米深度。它有较小的翻土作用，可将2/3残茬留在地面做为覆盖。③不定期的超深松。当某种土壤深层中存在有石砾层、淀积层或粘土硬磐，影响到作物根系伸展及土壤水分上下运行时，采取40～60厘米超深松，打破这一障碍层。由于这种障碍层是在自然地质形成中产生的，打破之后可在一段时间内不再进行超深松。

无论是全面深松还是分层间隔深松，由于不打乱土层都会使杂草种子留在地面或浅土层中，需要及时中耕除草或喷施除草剂。

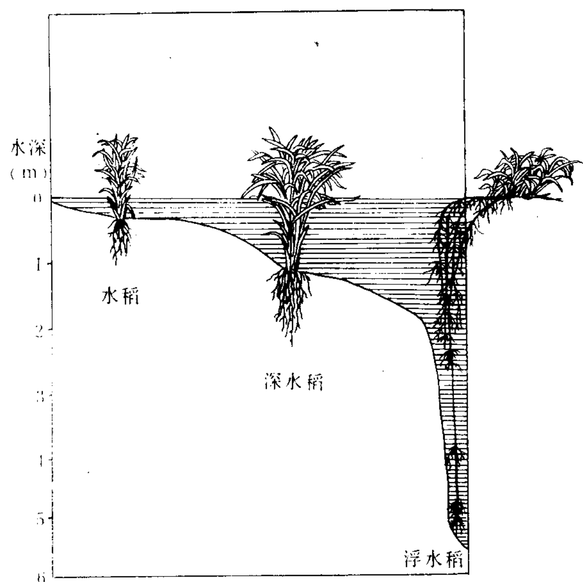
除深松耕外，生产上也常采用浅松耕，如用去掉犁壁的铧、圆盘耙、浅耕灭茬机、松土铲等疏松土壤，深度一般在10～15厘米以内，特点是能耗较少，作业及时，起破除板结、切割根茬、除草等作用。

（沈昌蒲）

深水稻 (deep-water rice)　性耐水淹，茎能随水上涨而伸长的**水稻**类型。主要分布于孟加拉国、印度、斯里兰卡、印度尼西亚、缅甸、柬埔寨、越南、泰国、马里、尼日尔、尼日利亚等国；中国的广东、云南、湖南、湖北、安徽、河北等省也有种植。通常栽培于江河下游低洼地带和湖泊沿岸积水地区，有深水稻和浮水稻之分，适应于不同程度的季节性积水。

深水稻随水上涨而茎伸长的程度较浮水稻为小，可在1.3米的深水中生长，茎长约2.3～2.7米，因此能够保持上部茎、叶、穗处在水面上正常生长结实。水退后，一般仍能直立。地上部茎节通常不发根，不分蘖，其特性较接近于普通栽培的水稻，但耐浸性强，于分蘖期浸水没顶多天不会浸死，即使茎叶枯黄，往往根仍呈白色，能迅速再生，有的品种成熟期水浸5～7天，谷粒不会发芽。深水稻产量一般为每公顷750～1 500千克，中国河北省的淀稻（即深水稻）品种葡萄黄，在改进栽培管理条件下，曾获得每公顷6吨的产量。

浮水稻具有浮生于深水中的特性，茎随水上涨而伸长的速度快，4天可伸长0.5米，伸长节间数多，有的多达20个。茎具有竖直能力，可以保持在水面上的3片叶能很好地展开。水退后，茎横卧地上呈匍匐状，茎长可达5米以上。叶内裂生通气组织特别发达，只要上部叶尖伸出水面，即可由叶面吸收空气，通过叶鞘、茎和根的裂生通气组织到达根端。叶片在弱光下可产生赤霉素，能加速细胞分裂和伸长，促使稻茎迅速延伸。茎叶淹没在水中6～12天仍可保持绿色。浮水稻在水层下的茎节均可产生不定根和分蘖，初生根细而分枝多，随着植物的生长，在水表层形成一些较粗而不分枝的根（见图）。浮水稻大多感光性强，成熟



深水稻示意图

期迟，谷粒有芒，结实率较高，脱粒较难，产量低，米质较差。浮水稻品种有中国广东的深水莲，泰国的Pin Gaew 56等。 （申宗坦）

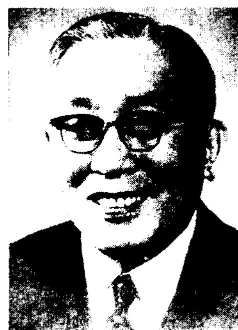
神秘果 (synsepalum dulcificum)　山榄科神秘果属Synscpalum，一种甜度很高的灌木糖料植物。亦称西非山榄。原产西非加纳至刚果地带，又作为果树进行大量种植。中国云南、广西、广东、福建和台湾等省(自治区)均有引种栽培。果肉含有一种甜味蛋白质，甜度高出蔗糖千倍以上，可作为甜味剂。这种甜味蛋白质称为神秘果素(Miraculin)，每千克神秘果能提取50～200毫克神秘果素，一般用0.1毫克神秘


神　秘　果

果素就可产生增甜作用。果肉的糖蛋白本无甜味，但其汁液入口后就被唾液转变为甜味，只要2克的这种汁液放到口中，5分钟就会变甜，甜味持续到3小时之久，味觉的变化，把酸的食物变为类似甜酒风味，不仅把很酸的柠檬、酸橙、葡萄柚、酸杨梅、草莓、酸菜变甜，甚至连苦味的大黄也可变甜。株高2～4.5米，株形呈篷状，生长层次分明，每层有3～4个枝，分枝顶端再长篷状枝，各分枝均从叶腋抽生。叶片呈琵琶形，构成美丽的树冠。花小白色。果实为核果，开花和结果的时期各地不同，果实为单果，着生于分枝上，一般为2厘米椭球体状，果皮鲜红色，内有一层汁少很薄的含变味成分黄色果肉，包着一枚橄榄形种子。种子繁殖的实生树生长缓慢，要3～4年才能结实。

（卓仁松）

沈宗瀚（1895～1980）　农业教育家、小麦专家。浙江省余姚人。1914年进国立北平农业专科学校。



1923年入美国佐治亚州立大学农学院，1924年获硕士学位。后进美国康奈尔大学农学院，1927年获博士学位。并在1928年3月被选入美国西格玛赛 (Sigma XI)荣誉学会。回国后先后任金陵大学农艺系作物遗传育种学教授，兼中央农业实验所总技师、所长、中国农村复兴联合委员会委员（1949年由南京迁往台湾）。1964～1973年任台湾农村复兴联合会主任委员、亚洲蔬菜研究发展中心理事长等。

沈宗瀚长期从事科学研究工作，1933年育成的金大2905小麦品种，在长江、淮河流域推广增产显著。1934年，他连续发表了《水稻育种以抗螟害》、《十种杂交小麦对抗秆黑灰病之抵抗遗传》、《金陵大学及其合作农场之改良小麦品种》等中国最早的抗病育种研究论文。1935年，他兼任全国稻麦改进所麦作组主任及全国小麦检验监理处处长。协助长江以北各省繁殖推广小麦改良品种，并协调全国各地的小麦品种改良工作。1936年，根据全国100个农家小麦品种在晋、冀、鲁、豫、浙、鄂、川等省试验结果，划分品种适应区域。发表了《中国各省之小麦适应区域》等论文，为中国最早的作物品种区划的研究。1938年，他任行政院农业促进委员会委员，继续在西南各省进行小麦区域试验，证明小麦区域划分是正确的。1939年在英国爱登堡国际遗传学会上发表了《中国小麦品种适应区域及育种之关系》的论文。抗战期间，他兼任国民政府中央设计局设计委员及农业组长、军委会粮食组副组长、军政部粮食生产总督导等职，致力于战时粮棉生产和管理问题的研究。抗战胜利后，他参于筹建和负

责中美农业技术合作团和中国农村复兴联合委员会的工作，他的研究扩展到农、林、牧、渔、水利、农民组织、农业经济等领域。

他提倡国际间农业合作，1963年开始主持筹办了亚洲蔬菜研究发展中心。他先后考察过美国、加拿大及欧洲、亚洲的许多国家的农业、农业教育和科学试验。并参加太平洋科学会、联合国粮农组织会议、联合国科学技术应用会议、国际遗传学会、国际农业演变会议、世界银行咨询会议、亚洲开发银行农业发展咨询会议、亚洲生产力会议等，成为国际知名的农业科学家。

沈宗瀚发表过的论文有300余篇，主要著作有《小麦抗秆黑粉病遗传与育种》、《中国小麦区域》、《中国农业资源》、《中国农业史论集》，还与他人合著《台湾土地改革对农业发展的贡献》等。 （柯象寅）

生产试验 (on-farm yield trial) 优良新品种通过品种比较试验后，在参加**区域试验**的同时，按大田生产条件与当地推广品种进行大田生产条件下比较的试验。生产试验是新品种走向生产推广前的一个重要环节，其目的和作用如下：①它是育种工作由小区试验转为大田种植并在较多的地块上按生产要求进行的中间试验，可进一步检验新品种的丰产性、稳产性和其它经济性状是否确实优于当地推广品种。②通过大田生产条件下的多点试种，可反映出新品种在不同栽培管理水平下的适应能力，以便更有针对性地提出相应的栽培技术，发挥良种的应有作用。③新品种在与现有推广品种相对比的情况下与农民群众见面可起到示范作用，有利于扩大种植。同时可通过农民多年种田的经验和智慧，创造出扬长避短、挖掘新品种潜力的有效措施，实现良种良法配套。④在试种的同时就地繁殖出较大量的优良种子以备推广应用。总之，生产试验提供了接受当地农民群众和专业技术人员共同鉴定的机会，从而比较客观、全面、准确地对新品种作出评价，有利于加速良种的合理使用和加速繁殖、推广步伐。

生产试验的新品种不宜多，选择最优的1～2个为宜。选择地势平坦、土质相同、灌排方便、肥力均匀和具有代表性的田块，把新品种和当地推广品种并排种在一起，面积相同，不设重复。**水稻**、**小麦**、**大豆**等作物每品种种植面积在一亩以上；**玉米**、**棉花**等中耕作物可稍大，2～5亩不等。播种期，按基本苗计算的播种量、施肥的数量、种类与方法，灌水时间、次数和中耕除草等田间栽培管理作业都要求一致。生育期间经常在田间观察其生育动态和抗病抗逆性能，最后取得产量构成因素的资料，并单打单收计算产量。脱粒后还要检查种子典型性状和品质好坏。经过这一系列的调查比较，对新品种的相对表现就可做到心中有数。为了评价新品种的生产利用价值，生育后期至收获前应组织当地农民群众和技术人员到现场观摩评比，既可集思广益，又便于扩大影响。经过2～3年生产试验后，自花授粉作物的新品种如能比对照品种增产10%以上，异花授粉作物的新组合比对照增产20%以上，或产量虽与对照相当，但分别具有早熟、抗病、抗倒、抗逆等突出优点，有利于稳定增产的均可在生产上推广利用。 （徐育成）

生态适应性 (ecological adaptation) 农作物对一定生态环境条件的适应程度。棉花在多雨潮湿的华南生态适应性差，而在多日照的温暖、有灌溉条件的南方生态适应性较强。同一作物不同**生态型**或品种也具有不同的生态适应性，如籼稻适宜温暖的南方，而粳稻在较高纬度或海拔处表现较强的生态适应性。研究作物的生态适应性，可为农业区划、作物布局、商品基地选择、国土利用以及引种和育种等方面提供科学依据。

研究作物生态适应性既要寻找主要限制性因子，又要从农业系统出发，研究生态因子的综合作用。在农田系统中，研究作物的生态适应性不仅要看自然因子，还要看社会经济、生产、科学技术等人为因子对满足作物生态要求的重大作用。 （刘巽浩）

生态型 (ecotype) 同种植物或作物因发生了可遗传的变异而形成适应于不同生态环境的个体群或品种群。同一生态型的个体或品种具有相对稳定的形态、生理和生态性状，并且在遗传性上被固定下来。自然杂交、基因型缓慢转变的积累、染色体改变以及栽培和人工选育等，都可产生新的生态型。习惯上常把同种作物的不同生态型称做品种生态型。农作物的众多品种分属于一定的生态型。品种生态型是在人为因素的影响下形成的。研究作物品种生态型，对于选择适应于当地生态环境的优良品种、引种驯化、制定生态区划，以及充分利用当地自然资源等方面都有重要意义。

自从1922年瑞典生态学家G.杜尔松（Turesson）提出生态型概念以来，许多学者进行了更深入的研究。在生态型形成过程中，依起主要作用的生态因子类别而分为气候生态型、土壤生态型等。不同的气候生态型在形态、生理、生化等方面都有差异，如对温周期、光周期和低温春化等都有不同的反应。**冬麦**和**春麦**、**粳稻**和**籼稻**是适应不同纬度和海拔高度，受温度条件影响而形成的气候生态型；农作物的早、中、晚熟品种是依生育期长短而划分的反映光、温影响形成的气候生态型；**陆稻**、**水稻**、浮水稻、**深水稻**是适应不同水分条件的土壤生态型。

为了鉴别不同的生态型，可把来自各种生态环境

的个体在相同条件下种植，以观察其在光温反应、生育期长短、植株高矮、抗性差异等方面的表现，并鉴定这些差异的遗传性是否稳定。也可在不同环境中或不同条件下种植，以观察其适应性程度。

作物的品种生态型在实践中广泛应用。①引种：力求品种所属生态型对环境条件的要求与引种地区的环境条件相适应。②育种：根据环境和现有品种生态型特点，确定育种目标、选择种质资源和亲本、调节花期相遇的组合和加速后代繁殖等。③栽培：结合当地生态条件，选择相适宜的生态型品种，或根据品种生态型对环境的要求，通过栽培手段，提供适宜的环境条件，以利生长发育和高产优质。④改制：了解品种所属生态型在同一地区不同季节的适应性，有利于对当地耕作制度的调整提供多种可行方案。

（骆世明）

生育期 (growth period)　一般指一年生或二年生作物从播种到子实成熟的总天数，部分作物如麻类、薯类、牧草、绿肥、**甘蔗**、**甜菜**等，则为从**播种**到主产品**收获**适期所需的总天数。又叫全**生育期**。育秧（苗）移栽的作物如**水稻**、**甘薯**、**烟草**等，通常将生育期分为秧田（苗床）生育期和田间生育期。秧田（苗床）生育期是从播种到移栽的时期；田间生育期是指移栽田间后到成熟的时期。作物生育期的长短，主要由作物的遗传性和环境条件决定。

同一作物的生育期长短因品种而异，有早、中、晚熟的区别。早熟品种，生殖器官分化较早，成熟早，生育期较短；晚熟品种，生殖器官分化较晚，成熟迟，生育期较长；中熟品种，生殖器官分化适中，生育期的长短介于早、晚熟二者之间。在相同环境条件下，它们生育期的长短是相对稳定的，这是作物本身遗传性所决定的。

影响作物生育期长短的环境条件，主要有气候条件和栽培条件。气候条件以当地的温度、光照条件影响最大。作物在不同地区栽培，因温度、光照的差异，生育期也相应地发生变化。例如水稻是喜温的短日照作物，对温度和每天昼夜长短的反应敏感，在中国自南向北引种，由于纬度增高，生长季节的日照时数长，温度降低，一般生育期延长。反之，从北向南引种，因纬度较低，白天较短，温度升高，生育期缩短。相同品种在不同地形种植时，因温、光的不同而生育期也发生变化。海拔高的山区温度低，成熟较迟，生育期延长；相反，海拔低的丘陵、平原地区，温度较高成熟较早，生育期缩短。同一地区有些品种的生育期，随播种期的延迟而缩短。也有相反的情况，如黄、红麻播种过早，在短日照和低温条件下，会发生早花现象，生长发育快，生育期缩短。栽培条件中对生育期长短影响最大的是肥、水条件。富含氮素、水分适宜的肥沃田地上，会引起茎、叶生长过旺，生长后期叶色浓绿不落黄，延迟成熟，生育期加长；当生长在瘠薄的田地上，土壤里缺少氮素，如遇到高温、干旱时，会引起作物早衰或逼熟，生育期缩短。

作物生育期的长短，还可采用植物激素或其他栽培技术加以调节，例如小麦用萘乙酸浸种、喷洒或用磷酸二氢钾进行根外追肥；棉花用乙烯利喷洒，都有促进早熟、缩短生育期的效果。早春用塑料薄膜覆盖育苗，可以提前播种，延长生育期。因各种作物对日长反应的不同，在生育过程中，遮光或延长每天照光时间，也能调节作物的生育期。

在全生育过程中，也可根据作物外部形态特征的变化而划分为若干生育时期。如稻、麦可分为出苗期、分蘖期、拔节期、抽穗期、开花期、成熟期。又如棉花分为出苗期、现蕾期、开花期、结铃期、吐絮期等。但各个时期有一个持续进行的过程，与田间作物生育状况观察记载项目的生育期是不同的。如分蘖期，只是指全田植株有50%以上达到分蘖的日期，而不是整个的分蘖时期。在具体计算各生育时期长短时，应从这个生育时期开始（或发生）的时期到下一个生育时期开始时的一段时期为止。

在生产上，了解作物各个品种在每个地区生育期的长短，发育的快慢，对引种、选育良种、茬口安排、品种布局，以及因地制宜地采取相应的栽培技术措施来调节作物的生长发育，从而获得高产，有着重要意义。

（许昌惠）

生长发育 (growth and development)　农作物个体的细胞分裂和增长、组织分化以及营养器官和生殖器官的建成过程。生长是**农作物体积或重量**的增加过程，既包括营养器官的生长，也包括生殖器官的生长；分化是作物体质的变化过程；发育指形成生殖器官的过程，也是其结构、机能从简单到复杂的变化过程（见**阶段发育**）。

生殖细胞的分化对外界条件的要求比营养器官的分化更严格。例如冬小麦植株一般需要通过低温和长日照处理，才能诱导生殖器官的分化。又如华南稻区的晚稻品种，只有在短日照和适宜的温度条件下，才能开始幼穗分化。说明温度的高低和昼夜的长短，对许多农作物实现由分化营养器官向分化生殖器官的质变有着特殊的作用。此外，营养条件特别是碳氮比的大小也影响这种质变过程。例如，在碳氮比（C/N）较小时，棉花腋芽形成叶芽而不形成花芽，使现蕾期延迟，现蕾节位提高，有时即使出现果枝后也在其上方主茎节上又出现叶枝。水稻是在碳氮比较小时，颖花分化推迟，由于碳源不足而引起颖花退化或败育。

营养器官的生长和生殖器官的发育，二者能否协调，与作物产量的高低有着密切的关系。例如在施用

氮肥过多时形成的旺苗，其营养器官生长过旺，使生殖体的发育受阻，造成开花结实延迟，结实率降低，结实器官重量减轻；在肥水不足条件下形成的弱苗，其营养器官生长不良，导致生殖器官发育提早，不仅使结实器官数量减少，而且使其发育不良，重量减轻。要获得农作物高产，营养器官的生长和生殖器官的发育必须协调发展。

了解农作物分化营养器官和向生殖器官质变过程所需的外界条件，在引种、栽培、育种等方面都有重要的意义。例如由于各种作物以及同一作物不同品种的原产地不同，对温度、日长有特殊的要求，因此在引种时注意当地生长季节的条件能否满足该品种生长发育的要求；在同一地区的不同季节播种，也会对光周期敏感作物的生育期和从播种到开花的天数有很大影响。因此，复种指数增加后，在轮作套种中安排茬口，选择品种和确定播期时，需要特别注意因播种期的改变而使生育期发生的变化；为了加速育种进程或使作物的不同品种花期相遇，便于杂交，也可缩短和延长每天光照时数，控制温度，影响生长发育达到一年结实两次或同时开花的目的。 （余德谦）

生长发育特性鉴定 (evaluation of characters related to growth and development) 对农作物的生育期、光温反应等生长和发育特性作出正确评价，以便通过对这些特性的认识和调控，进行栽培或育种、引种工作。例如根据品种生育期特点，制定相应的丰产栽培措施方案。进行长、短日照处理调节开花期，便利杂交等。

生长和发育是植物生活中的两个不同概念。前者指营养生长，是根、茎、叶等营养器官分化形成和增大的过程。后者指生殖生长，是花、果实、种子等生殖器官分化、形成和增长的过程。一般是营养生长在先，生殖生长在后，但二者不能截然分开，经常交叉重叠，有时彼此促进，有时互为消长。例如“疯长”、“过旺长”能延迟开花成熟，生长过弱会导致提早开花成熟。

生育期鉴定 作物从出苗到成熟所经历的天数称全生育期。全生育期的长短可以说明一个作物或品种成熟早晚。但这只是一个总的结果。要想对某作物或品种生育全过程中各个时期生长发育快慢迟早作动态的了解，就要在它生长发育的过程中依顺序记载达到各个关键时期的确切日期。记载生育期的多少繁简因作物的种类和工作需要而异。例如对禾谷类作物可记载出苗期、三叶期、分蘖期、返青期、拔节期、抽穗期、成熟期。大豆可记载出苗期、分枝期、现蕾期、开花期、结荚期、成熟期。棉花可记载出苗期、现蕾期、开花期、结铃期、吐絮期等。

生育期的长短或到达某一时期的早晚是一种作物或品种在具体条件下的具体表现，而对光温条件的要求（即光温特性）才是造成这种长、短、早、晚的内在原因。只有光、温条件得到满足时，它的生长和发育进程才能正常进行。在得不到或部分得不到满足时，就会延迟发育进程。例如冬麦春播，其低温要求得不到满足，就会延迟发育，甚至不能抽穗。

光周期性鉴定 植物对周期性光、暗长度（或昼夜长度）的反应称光周期性或日长效应。1920年W. W. 加尔(Garner)和H. A. 阿拉德(Allard)将作物分为三类：①短日性作物。一般在日照小于10小时条件下才能开花结实。包括稻、玉米、高粱、粟、烟草、麻类等。②长日性作物。一般在日照长度大于14小时条件下才能开花。包括大麦、小麦、黑麦、燕麦、豌豆、亚麻等。③中间性作物。日照长度在10～18小时之间均能开花。包括荞麦、棉花、菜豆等。此外还有一种中日性植物像野菜豆，只能在一定范围日照长度下才能正常开花，日照过短或过长均不能正常开花。

同一作物的不同品种的光周期性不同。鉴定的方法是利用暗室或人工补助加光造成不同的日照长度，将供试材料分别放置在不同日长条件下，确定开花临界日长时数（即超过或不足这一时数即不能或延迟开花）。一般而言，长日性作物临界日长时数越少越早熟。短日性作物临界日长时数越多越早熟。

春化特性鉴定 很多长日照植物如冬小麦、白菜、甘蔗、甜菜、油菜等越年生作物，一般在种植当年不开花，次年才能开花。苏联学者T. Д. 李森科(Лисенко)把这种现象归结为植物的春化特性，即它们在开花之前需要经过一段低温时期的特性，认为小麦等越冬作物通过春化阶段需要一定程度和长度的低温，通过光照阶段需要一定日长。有些作物对低温和日长的反应有顺序性，如小麦特别是冬小麦的春化反应在前，光照反应在后。如果春化条件未能满足，即使处于适合的日照长度下，也不能正常抽穗、开花、结实。

鉴定越冬作物品种材料春化特性的方法，是将供试材料分为若干份，每隔一定时间进行催芽处理后置于不同程度的低温条件下进行春化处理，最后将所有材料同时取出，以未处理材料为对照，在春季条件下种植。然后根据材料能否正常抽穗来判断各个材料通过春化阶段所需要的温度范围和时间长度范围，依此确定供试材料属于春性、弱冬性、强冬性。对中国小麦品种春化特性的划分标准如下表：

类　别	处理温度	处理天数
春性(北方)	5～20℃	5～15天
春性(南方)	0～1.2℃	5～15天
弱冬性	0～7℃	15～35天
冬性	0～5℃	35～50天
强冬性	0～3℃	50～60天

不同作物的春化特性和日长反应不同，同一作物不同品种或类型对这两个特性所需要的条件也有差异。了解这些差异对于进一步理解作物品种的适应性，及其在引种、育种、栽培中的应用都有实际意义。例如北方冬性强的小麦品种移到南方种植，所以晚熟或难以抽穗，是由于春化要求未得到满足之故。南麦北引容易冻死是由于过早地通过春化阶段，抗寒能力降低所致。红麻引用南方品种到北方种植，由于北方日照长，能延长营养生长，从而促进茎秆增长获得纤维高产。 （岳大华）

生长分析法 (growth analysis method)

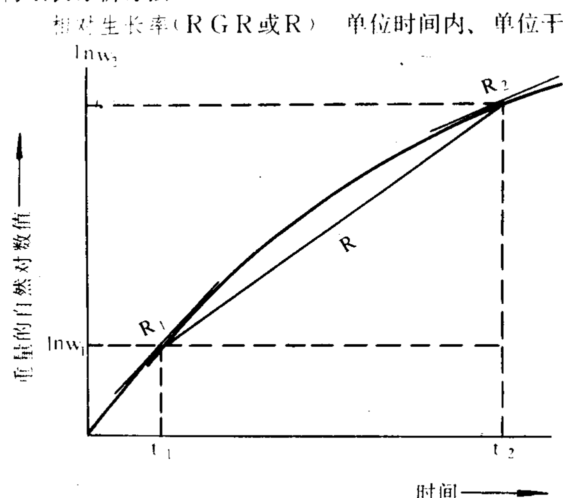
分期测定植物干物质重量和叶面积大小，用以分析植物生长与产量形成的多种生长函数指标的方法。植物生命过程是在不断改变其大小、形状、重量中实现的。人类在研究作物个体生长发育与产量形成过程时，一般通过对植物个体大小的量度、形态演变的描述，获得对植物性质的了解或量性的推测。

1919年V．H．勃兰克曼（Blackman）第一次提出以干物重的变化来分析植物生长的过程，他把植物干物质的增长过程比为存款复利的增加过程，即单位时间内增加的干物质类似存款利息的增加，利率愈大（干物质生产效率）则利息愈大，本钱（最初干物质重）愈大利息也愈大。并提出植物干重增长的复利法则，用以下方程表示：

$$w = w_0 \cdot e^{rt}$$

式中 w 为 t 时间后的干重；w_0 为初始期植物体干重；e 为自然对数；r 为干重的相对增长率；t 为生长时间。此式表示把最初干重当做资本，把 r 当做利率的植物干物重随时间增长的模式。在勃兰克曼生长复利分析法的基础上，可以演变为下列四种相互联系的植物生长分析方法。

相对生长率（RGR或R） 单位时间内、单位干物质增长的速率。今设某作物 t_0 时的干重为 w_0，经过 dt 时间以后，增重为 dw（见图），则RGR可用下式表达：



瞬时和平均相对生长速率

$$\mathrm{RGR} = \frac{1}{w} \cdot \frac{dw}{dt} \qquad ①$$

由上图看出相对生长率是lnw对时间关系的斜率。在实践中常是以两个时间间隔内的增重，求算平均相对生长率（$\overline{R}$）的，因此从上式积分得到下式，用以计算一定时间内的相对增长率。

$$\mathrm{RGR} = \frac{\ln w_2 - \ln w_1}{t_2 - t_1} = \frac{2.30(\log w_2 - \log w_1)}{t_2 - t_1} \qquad ②$$

①式为自然对数式，②式为常用对数式，w_1、w_2 为 t_1、t_2 时间的干物重。

叶面积比率（LAR或F） 叶面积与总干物重之比。叶面积与植株干重的累积有直接的关系，可用下式计算：

$$\mathrm{LAR} = \frac{L}{W} = \frac{L_1 + L_2}{W_1 + W_2}$$

式中 L_1、L_2，W_1、W_2 分别为 t_1、t_2 时间的叶面积与干物重，在正常情况下LAR的增长和RGR的增长是一致的，这表明群体发育正常，光能分布好、光合效率高。但在群体过大的情况下，LAR并不伴随RGR的增长而增大。叶面积比率还与植物茎叶繁茂程度、叶片的寿命、根系的发育等有密切的关系。

净同化率（NAR或E） 单位时间内单位叶面积干物重增长的速率。在一定条件下，干物质和叶面积呈显著正相关关系，由于在干物质增长过程中，并不是所有干物质都用于植物生长。随着植物的生长，纯结构物质的比率增加，这样叶面积就成为干物质形成累积的主要器官。具体计算公式如下：

$$\mathrm{NAR} = \frac{1}{L} \cdot \frac{dw}{dt} = \frac{(\ln L_2 - \ln L_1)(W_2 - W_1)}{(L_2 - L_1)(t_2 - t_1)} = \frac{2.30(\log L_2 - \log L_1)(W_2 - W_1)}{(L_2 - L_1)(t_2 - t_1)}$$

式中 W_1、W_2，L_1、L_2 分别为 t_1、t_2 的干物重和叶面积。

作物生长率（CGR或C） 在一定时间内单位土地面积上作物群体总干物重的增长率。在田间情况下，产量并不是必然随NAR的提高而增加，因为高光合作物常被低的LAR所抵消。在作物群体生长情况下，通常总叶面积比个别叶子的光合作用更为重要，因此群体叶面覆盖度和NAR决定着群体干物质的产量。以下式表示：

$$\mathrm{CGR} = \frac{L}{S}\left(\frac{1}{L} \cdot \frac{dw}{dt}\right) = \mathrm{LAI} \times \mathrm{NAR}$$

式中 L/S 为单位土地面积上的全叶面积，即叶面积

指数以LAI表示。

由此可求RGR、LAR、NAR的相互关系，由于$RGR=\frac{L}{W}\cdot NAR$，所以$RGR=LAR\cdot NAR$，$NAR=RGR/LAR$。

多年来，国内外学者在上述方面已做了大量的工作。1964年P．G．贾维斯(Jarvis)和M．S．贾维斯(Jarvis)用生长分析方法测量玉米(C_4作物)的RGR为2 310(毫米/克·周)，NAR为152(克/米^2·周)。大麦(C_3作物)的RGR为920(毫米/克·周)，NAR为68(克/米^2·周)。说明C_4作物RGR和NAR和高于C_3作物。一般认为作物的RGR或NAR受气候环境及作物遗传因子的影响。不同作物的种间有明显的差异，但种内变异范围较小。因此从不同的栽培作物中，选择或发现RGR与NAR都较高的作物是可能的。

参考书目

J．库姆斯等著，邱国雄等译：《生物生产力和光合作用测定技术》，科学出版社，北京，1986。(Coombs, J., D. O. Hall, S. P. Long, J. M. O. Scurlock, *Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis*, Pergmon press, 1985, 2nd edition)

R．亨特著，陆宪辉译：《植物生长分析》，科学出版社，北京，1980。(Hunt, R. *Plant Growth Analysis*, Edward Arnold, London, 1978)

(苗果园)

生长曲线 (growth curve)　植物生长过程中依时间而变动的非线性生长描述。在作物群体、个体、器官的生长过程中，都是以大小、重量、数量及其在时间上的变化为特征，这种生长随时间而变化的关系，可分为线性关系和非线性关系，生长曲线就是描述非线性关系的生长过程。植物生长曲线因受不同生育时期、不同群体数量、不同环境条件，以及群体内不同竞争状态的影响，可能有各种生长曲线，但最基本的有两种生长曲线，即J型生长曲线和S型生长曲线。

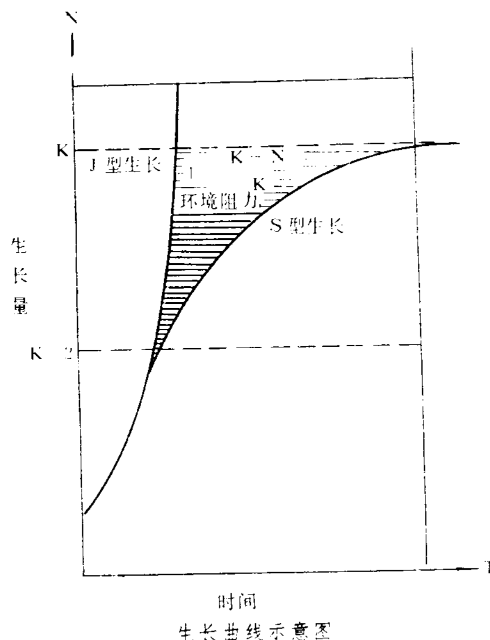
J型生长曲线(指数增长)　在营养、空间、环境不受限制的条件下，植物生长速度(增长率)不变时，所形成的曲线(见图)。J型生长的指数方程式为：

$$N_t=N_0\cdot e^{rt}$$

式中　N_0为初始状态的种群生长量；N_t为经过t时间以后的生长量；e为自然对数的底；r为增长率。

指数增长的变动速度完全取决于r的变化，当$r=0$时，种群生长量不变；当$r>0$时，种群数量不断增加；当$r<0$时，种群生长量下降。$r<0$还可描述种群或器官的衰老、死亡或作物残体在土壤中的分解腐化的过程，其方程式为：

$$N_t=N_0\cdot e^{-rt}$$



生长曲线示意图

S型生长曲线　植物群体或器官以J型生长到一定阶段后，由于群体密度受环境容纳量(包括水、肥、光、温等条件)的限制，使J型曲线再不能按指数增长方式直线上升，受环境阻力而发生了偏缓，形成S型曲线(见图)。在自然条件下，环境资源与空间总是有限的，在有限环境条件下，能够达到的最大群体密度，叫做环境的最大容纳量(负荷量)，以K表示。若这种限制不是在群体增长到K值时一下出现的，就会形成S型生长曲线，由于该曲线是受环境限制的，故亦称阻滞增长曲线。S型生长曲线可用逻辑斯蒂(Logistic)方程表示：

$$dN/dt=rN\left(\frac{K-N}{K}\right)$$

式中　dN/dt为瞬时增长率；N为种群数量；t为时间；r为增长率；K为环境容量。

由上式可以看出，当N很小时，式中$(K-N)/K$近于1，这时种群近于指数增长；随着N的增加，逐渐加大到接近K值时，$(K-N)/K$就由1趋向于零，生长速度放慢，不再呈指数增长。通常S型曲线中指数增长发生转变的拐点为$K/2$，即在$K/2$以后导向形成S型增长(见图)。因此逻辑斯蒂方程说明，S型曲线的瞬时增长率等于种群的最大可能增长乘以最大可能增长的实现程度。S型曲线的积分式为：

$$N=\frac{K}{1+e^{(a-rt)}}$$

式中　N为种群数量；e为自然对数；K为环境容量；r为曲线的斜率；a为截距；t为时间。

生长曲线在作物生产及生长发育的研究上应用较

广。从宏观上讲，一个地区，一块农田的作物产量，因受自然因素、栽培水平、社会经济条件以及田间群体空间的限制，在一定阶段，总是有其最大饱和产量的（最大容纳量K），因此在$K/2$之前（中低产水平），往往产量上升较快，投能的效率较高，而在$K/2$以后，由于受各种条件的限制，产量增长速度放慢，能投效率降低，最后呈S型增长。此外，农田中作物群体动态和个体干物质积累过程、灌浆过程、叶面积增长过程等方面，几乎都是呈S型增长。因此可以说凡是最终生长量受环境限制的，其生长速度受生长总量反馈影响的过程，都可用S型生长曲线描述。

（苗果园）

生殖生长 (reproductive growth)　作物从性器官分化到种子或果实成熟的生长过程。这是收获籽实为目的的作物，决定产量高低和品质好坏的关键时期。一般作物花芽分化开始大都比较早，如花生在幼苗出土以前即开始，有些是在3叶期前后开始，整个生殖生长可分为花芽分化和开花结实期。具体到每一作物的生殖生长过程又可进一步分为若干生育时期，如棉花生殖生长可分为花芽分化期、现蕾期、开花结铃期、吐絮期等。

生殖生长各时期出现的迟早和长短，因品种及生态条件的不同而异。以种子和果实为主产品的作物，花芽（包括穗）分化早、数量多，花器官发育健全，能正常授粉受精，果实种子充实饱满，是高产优质的前提。具有无限生长或无限结果习性的作物，如棉花、蔓生型花生和无限结荚习性的大豆等，若有效开花期长，结实率高，脱落少，则后期无效的生殖器官少，养分集中，饱果率高。以营养器官为主产品的作物，如烟草、马铃薯等，花芽分化慢，生殖生长慢而弱，则营养体收获部分发达，经济产量高，品质优良。

影响生殖生长的主要因素，有光照，水分，温度，氮、磷、钾等养分，群体结构和农田环境。温度过高，水肥不足，会影响花器官发育，授粉受精不良，出现植株早衰、生殖器官脱落或形成空壳秕粒等现象。温度低或水肥过多，易引起贪青晚熟，也会使产量和品质降低。

为防止早衰，使穗大、粒多、粒重或果多、果大、子实饱满，生产上须适当增施穗肥或花铃肥。为使作物营养生长和生殖生长关系协调，要采取相应的促控措施。如水稻适期排水晒田，棉花整枝、摘心和喷施生长调节剂，烟草和马铃薯的摘花等。

（张传忍）

湿润育秧 (water soaked rice-nursery)　秧田在播种至秧苗扎根立苗之前保持土壤湿润，在扎根立苗后采取浅水勤灌，是介于水育秧和旱育秧之间的一种育秧方法。又名半旱育秧、折衷育秧。中国在20世纪50年代初期开始推广湿润育秧，成为水稻栽培上的基本育秧方法。

湿润秧田整地做床方法同水育秧（见**水育秧**）。播种前排水晾田到不干不烂的程度，播种后压种入泥，然后覆盖粪土混合的营养土或谷壳灰。播种至二叶期保持床土湿润，防止积水或干裂。一叶一心期，畦面灌薄水层施肥，水渗干后继续保持湿润；二叶一心期，再灌浅水，第二次追肥；三叶期以后，秧苗通气组织已完善，光合作用加强，生理需水增加，秧田应以浅水层为主。拔秧前5～6天再施一次速效氮肥，俗称送嫁肥。早稻三叶期前如遇低温，要提早水层灌溉护苗，温暖稻区的双季晚稻秧田，如遇到梅雨季节，田水要排干以防徒长。盐碱地区湿润秧田要推行初灌洗盐，在湿润管理期间，秧田周围不宜受水浸润，以免返盐坏苗。湿润育秧的主要优点是：土壤通气性好，秧苗扎根立苗早，可比水育秧提早播种五六天，很少烂秧，生育健壮，成秧率高，移栽后返青快。其缺点是秧床保湿不均时出苗不齐，杂草较多，播种过早或管理不当，较易发生立枯死苗。

（高佩文）

施肥 (fertilizer application)　农作物生长过程中，补充营养元素的技术。施肥是调节土壤肥力，补充作物养分，保证作物稳产、高产、优质的重要措施。一般根据作物种类、土壤肥力、肥料种类、气候特点和产量水平制定施肥措施，具体内容包括肥料种类、施肥量、施肥期和施肥方法。

肥料种类　分有机肥料和无机肥料及间接肥料。有机肥料又称农家肥料，包括人粪尿、堆厩肥、沤肥、绿肥、饼肥、土杂肥等，含有丰富的有机质，养分完全，肥力释放均衡，肥效时间长，并有改良土壤的功效。无机肥料又称化学肥料，养分含量高，肥效快，按营养成分又可分为氮肥、磷肥、钾肥和微量元素肥（包括稀土微肥）以及复合肥料。间接肥料指那些不直接供给作物养分，而是通过改善土壤理化性质、微生物区系而使作物增产的物质。如石灰（改良酸性土壤）、石膏（改良碱性土壤）以及各种菌类肥料。施肥时应考虑有机肥料和无机肥料搭配，无机肥中氮、磷、钾肥料的互相配合，在缺乏微量元素的土壤和对其敏感的作物，要重视微量元素肥料的施用。

施肥量　根据养分平衡方法，施肥量可用下式表示：

$$\text{施肥量}=\frac{\text{作物计划产量需肥量}-\text{土壤供肥量}}{\text{肥料中有效养分含量}\times\text{肥料利用率}}$$

如把无肥区产量作为土壤供肥的潜力，则本式可写为：

$$\text{施肥量}=\frac{(\text{作物计划产量}-\text{无肥区产量})}{\text{肥料中有效养分含量}}\times\frac{\text{单位产量需肥量}}{\text{肥料利用率}}$$

利用施肥效应函数方法也可估算施肥量。因为产量是多种肥料施用量的多元函数，例如选择氮、磷、钾三种肥料，则产量和三要素肥料量的关系可用二次多项式表示：

$$y=b_0+b_1x_N+b_2x_P+b_3x_K+b_4x_Nx_P+b_5x_Nx_K+b_6x_Px_K+b_7x_N+b_8x_P+b_9x_K$$

式中 y代表产量；$b_0b_1\cdots\cdots b_9$代表施肥效应函数的回归系数；x_N、x_P、x_K代表氮、磷、钾肥料量之间的效应函数，求出b_0、b_1、$\cdots\cdots b_9$。利用此式便能计算出适当施肥量下的相应产量。还可利用边际平衡原理，计算单位面积最高产量的施肥量和经济效益最佳的施肥量。

农业生产受多因素综合影响，因而施肥量的估算仅是近似值，需经田间试验不断修正。

施肥期　作物吸收养分的数量和对某些养分的敏感程度有其明显的时间性；不同肥料种类对土壤和作物的作用以及释放养分的速度，也有很大差异，所以要"分期施肥"。

基肥　又称底肥，指播种前或移植前的施肥。其肥效可延续至整个作物生育期，甚至整个轮作期。有机肥料，氮、磷、钾化肥，难溶性的微量元素肥料，石灰、石膏等常作基肥施用。

种肥和蘸秧肥　在播种或移栽时使用的肥料。主要供苗期利用，速效化肥，尤其是微量元素肥料，以及菌类肥料，常作种肥。

追肥　为满足生育期间的养分需要，在作物不同生育期间施用的肥料。禾谷类作物追肥可分为分蘖肥、穗肥和粒肥；棉花、豆类、油菜等，可分为苗肥、蕾花肥、铃（荚）肥。速效化肥多作追肥施用。

施肥方法　可分为全层施肥、集中施肥、表层施肥和根外追肥。

全层施肥　将肥料均匀撒施于土壤表层，通过翻耕混入土壤全层，这是基肥的典型施肥法。

集中施肥　使肥料更接近于种子及其根际周围。包括沟施、条施、果树的环施。球肥或液氨深施、塞兜肥、种肥的浸种拌种和包衣、蘸秧根也属集中施肥。集中施肥肥效损失少，利用率高，是经济施肥的一种方法。

表层施肥　将肥料撒于表层，通过灌溉水或中耕培土，将肥料带入根层。水田移植前的面肥或密植作物的追肥多用此方法。

根外追肥　又叫叶肥。即将速效化肥按一定浓度溶于水中，通过机械喷洒于叶面，养分经叶面吸收。在作物生育后期和田间封垄以及根系吸收活性降低时，常用此法补充养分。　（廉平湖　苏宝林）

《实验农业》(*Experimental Agriculture*)

英国农业科学刊物，英文，原名《帝国实验农业期刊》(Empire Journal of Experimental Agriculture)，创始于1933年，1964年改为现名。主要刊登各种农作物的科研结果，也包括植物育种成果。季刊，每年一卷4期，全卷约420页，小16开本，剑桥大学出版社印行。　（卜慕华）

《实用小麦论》(*Practical Wheat Science*)

中国最早全面介绍小麦遗传育种和栽培管理的专著。**小麦**专家**金善宝**著，1930年由商务印书馆出版，为当时的大学丛书之一。全书共十八章：依次为绪论、性状、分类、输种、选种、**遗传**、交配、气候、土壤、**轮作**、**整地**、**播种**、肥料、管理、病害、虫害、收藏。篇后附有参考书目录，列出了直到20世纪20年代末的国内外具有代表性的有关文献。这部专著为中国最早全面系统地论述小麦栽培育种科学的文献。在台湾省由农学家**卢守耕**修订重印。

（吴兆苏）

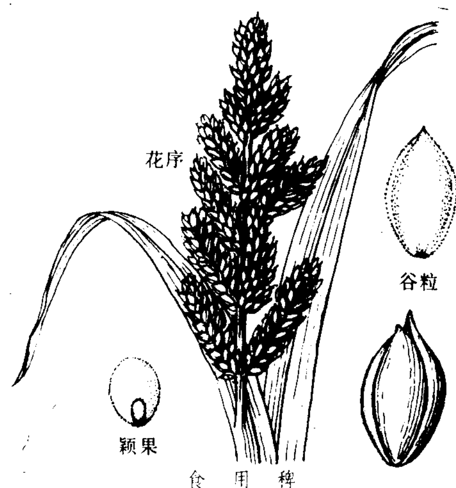
食用稗 (Japanese millet)

禾本科稗属中稗的一个变种，学名 *Echinochloa crusgalli* （L.）Beauv. var. *frumentacea* (Roxb.)Wright.，一年生草本。在《植物名实图考》中称为湖南稷子。是谷类中颖果淀粉最精白的一种粮食作物，茎叶是优良饲草。

分类学者认为，食用稗不宜列为稗的变种，而应独立作种。依据是食用稗的染色体数为2n＝27、36、56，有三倍体植物，小穗较小，密集而无芒，总状花序之穗轴粗厚成弯弓状，谷粒成熟后不易脱落，而且食用稗是人们栽培利用的谷类作物，与稗显然有别，学名应定为：*Echinochloa frumentacea* Link.。

食用稗是一古老的谷类作物，在亚洲、非洲、欧洲和世界较温暖的地区均有种植。中国北方各省也有种植，但面积不大，分布比较零散。由于食用稗适应性广，抗性强，常在环境条件不好或不利于种植其它作物的地块上种植。古代将其作为救荒作物。

食用稗的植株高大，茎秆粗壮直立，株高达2米，茎秆直径为1厘米左右，节上有分枝。叶鞘短于节间，平滑无毛；无叶舌；叶片阔线形，长20～40厘米，宽1～2厘米。圆锥花序，长15～20厘米，主轴粗壮，约具30枚总状分枝。总状小穗密集于穗轴一侧，长约4毫米，宽卵形，肥厚，带紫色，无芒或具小尖头。第一颖小，第二颖稍短于小穗，具5脉，被疣毛或硬毛。第一小花不孕，外稃具7脉，中脉顶端延伸成小尖头，脉上具硬毛或疣毛，脉间生硬毛。第二小花外稃成熟后变硬，平滑光亮，边缘内卷，紧抱同质的内稃。椭圆形，长约2.5毫米，宽约2毫米，成熟后不脱落。颖果洁白而有光泽（见图）。根据食用稗的植株高矮，花序的长短、粗厚、直伸和弯曲程度，小穗颜色和谷粒大小，粳性及糯性等性状，可划分许多类型，以粳性类



食 用 稗

型栽培较多。

食用稗适应性强，一般为旱地条播，中国北方地区播种期一般在5月中旬至6月中旬。也进行中耕除草、培土。但耕作、管理均较粗放。9～10月收获，完熟前茎叶发黄。此时其籽粒未达完熟，即从秆基割下，打成捆，放1～3周。干燥后，再脱粒、晒干、贮存。除去谷壳后，颖果表面平滑，颜色洁白，有光泽，富含淀粉、蛋白质、脂肪和维生素B等，用以煮粥或磨面，蒸食尤佳，稗面煎饼十分可口，也是多种食品糕点的原料。还可做饴、酿造或榨油。秆叶青贮是优良饲草。

参考书目

Hsu, C.C. *Taiwan Grasses* Taiwan Provincial Education Association, Taipei, 1975.（许建昌：《台湾的禾草》，台湾省教育会印行，台北，1975）

耿以礼等：《中国主要植物图说·禾本科》，科学出版社，北京，1959。

（刘 亮）

食用豆类 (food legumes) 以收获籽粒供食用的豆类作物的统称。均属豆科Leguminesae蝶形花亚科Papilionaceae，多为一年生或越年生。大豆和花生习惯上不包括在食用豆类之中。中国主要有蚕豆、豌豆、绿豆、小豆、豇豆和普通菜豆等。栽培种类因用途不同而异。

食用豆类作物均有根瘤菌共生、根瘤菌固氮，使其在各种轮作制度中占有重要地位。其根瘤菌分为三个互接种族，即豌豆族Rhizobium leguminosarum，共生作物有豌豆，蚕豆，小扁豆；豇豆族R.spp.，共生作物有豇豆，绿豆，小豆，木豆，鹰嘴豆，利马豆，四棱豆和刀豆；菜豆族R. phaseoli，共生作物有普通菜豆，多花菜豆。从植株生长习性划分为直立、半蔓生、蔓生和攀缘四种。叶羽状，三出或掌状复叶；初生叶一般两片，均为单叶，有限或无限花序；蝶形花冠，花色多种，雌蕊一枚，雄蕊10枚，二体(9+1)。多为自花授粉，少数豆类作物如蚕豆、多花菜豆为常异花授粉。果皮由心皮发育而成，有背缝和腹缝，或只有腹缝。每荚含种子多粒，种子由胚、两片子叶和种皮组成，无胚乳。发芽时由子叶供应养分。种脐一般明显，有色或无色，圆形、椭圆形或长椭圆形。种皮有多种颜色和花纹与花斑，籽粒形状多种多样。发芽时，下胚轴延长的豆类，子叶出土，如绿豆，豇豆，普通菜豆，利马豆；下胚轴不延长的豆类，如蚕豆、豌豆、小豆、多花菜豆、饭豆、小扁豆、木豆、鹰嘴豆等。子叶不出土，对光周期反应分为三类，属于短日性的有绿豆、小豆、豇豆、木豆、饭豆等；属于中日性的有多花菜豆；属于长日性的有蚕豆、豌豆、小扁豆、鹰嘴豆；普通菜豆和利马豆属于短日性或中日性。每种豆类的各个品种对光周期反应不完全一样。

食用豆类籽粒和茎叶蛋白质含量均比禾本科作物高，多为全价蛋白质，用途广泛。籽粒蛋白质含量一般为20～30%，四棱豆为36%左右。人体必需自外界摄取的赖氨酸、色氨酸等八种必需氨基酸含量比较丰富和平衡；茎叶蛋白质含量为8～15%。许多食用豆类生育期短，可作为补种作物。籽粒用作粮食，或加工为各种食品和蔬菜，是人类蛋白质营养来源之一。籽粒和茎叶可作饲料；亦可种植作绿肥。

（郑卓杰）

《食用作物学》 (*Food Crops*) 作物专家汪呈因编著，1966年由台湾编译馆出初版，1978年4月再版。为台湾省大学用书。全书除绪言外，分论3编。第一编为谷类作物，共13章，分述稻、小麦、大麦、燕麦、荞麦、玉米、高粱、粟、黍、䅟、珍珠粟、掌粟(鸭爪粟)、薏苡等；第二编豆类作物，共8章，分述大豆、花生、豌豆、小豆、蚕豆、菜豆、绿豆、豇豆等；第三编为根茎类作物，共9章，分述甘薯、马铃薯、芋、莱菔、木薯、蒟蒻、甜菜、山药、菊芋、豆薯等。每种作物介绍其来源、产地、分布、栽培、病虫害、用途及籽实化学成分等。全书共556页，约700千字，有190幅图，252个表。 （卜慕华）

使君子 (rangooncreeper) 使君子科使君子属中的栽培种，学名*Quisqualis indica* L.，落叶或常绿藤状灌木。《本草纲目》载有："俗传潘洲郭使君疗小儿多是独用此物，后医家因号为使君子也"。别名留求子。以成熟果实或种子入药。晋魏时已供药用。分布于中国南部、印度、缅甸和菲律宾地区。中国主产四川、福建、广东和广西等省(自治区)，江西、云南、贵州和台湾等省亦产。以四川省合川、铜梁等县产量最多。其变种毛叶使君子*Q. indica* var. *villosa* Clarke，产于四川和海南省，果实亦供药用。

使君子茎长2～7米。叶对生，长圆形或长圆状

披针形。穗状花序，顶生，下垂，略有芳香，花瓣5枚，花冠筒细长。果实橄榄形，熟时黑褐色，具5条纵棱（偶有4～9棱）。花期5月至10月，果期6月至11月。



使 君 子

喜温暖，怕霜冻。一般多栽种在房前屋后、山边荒地、墙篱树侧。因系虫媒花植物，为提高受粉率，须保护授粉昆虫的资源。繁殖方法：①种子繁殖。秋季采摘丰产、抗逆性强的母株上的成熟果实，用湿沙贮藏，翌年3月播种，出苗后及时松土除草，苗高30厘米左右时定植，3～4年后结果。②分株繁殖。春季选健株根部萌生的小苗，挖出栽种。③扦插繁殖。选1～2年生健壮藤茎，剪成1.5～2米长，先端留30厘米露出地面，下端圈成小圆圈放入穴中，盖土压实，2年后可结实。亦有用根或茎先行扦插育苗再行定植的。成片栽种行株距3×2米，穴深、宽各约30厘米，施入基肥后栽植。栽后每年中耕、除草，一般春季秋季各追肥一次，在植株周围开环沟施下，并将藤茎引到攀附物上，在较寒冷地带，霜降前用稻草或谷壳遮盖茎基部，保护越冬。每年冬春剪去枯枝或过密枝条。8月至12月果实陆续成熟，由绿色变为棕色或黑褐色时采收，日晒或用微火炕到外壳坚硬，摇时有响声即成。除去果壳，用小火微烘至种子能搓去外皮为度，即成君子仁。

有效成分为使君子酸钾，并含有使君子酸，还有葫芦巴碱及脂肪油约20～24%，油中主要成分为油酸及软脂酸的脂。味甘、性温、无毒。有杀虫消积功效。用于治疗蛔虫、蛲虫病，虫积腹痛和小儿疳积症。

（谭炳杰）

世界各国大豆栽培区划 (reginalization of soybean in the world) 根据大豆产区的自然条件、栽培制度和品种的生态类型划分不同栽培区域。

热量带区划 按大豆产区的热量带划分为四个区：①寒温带、温带产区：有苏联、加拿大及北欧一些国家。②温带、暖温带产区：有中国、朝鲜、日本、美国、阿根廷、乌拉圭、罗马尼亚、保加利亚、南斯拉夫、南非等。③亚热带、热带产区：有印度、巴西、巴拉圭、墨西哥、澳大利亚等。④热带产区：有印度尼西亚、泰国、哥伦比亚、厄瓜多尔等。

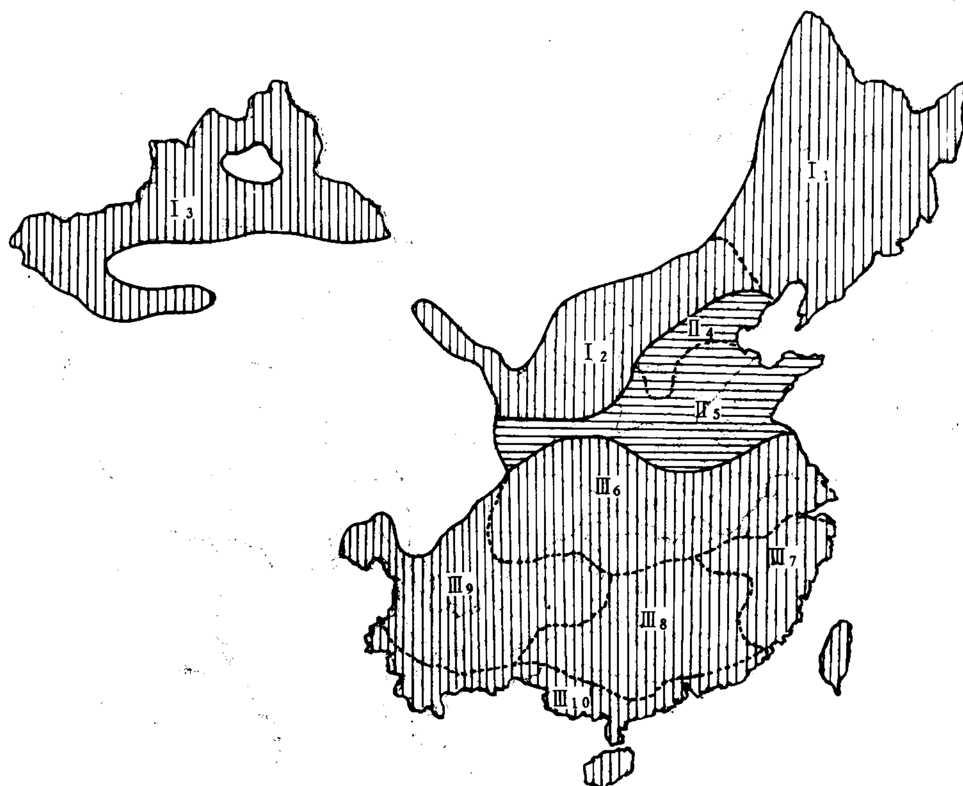
大豆大都产在温带与暖温带地区，约占总产量的75%；其次为亚热带，约占22%；寒温带与热带各占1.5%。在全年≥15℃有效积温不足1 000℃，无霜期不足80～90天，或在开花期气温低于15℃的地区，不能生产大豆。生育期间降水量不足250毫米而无灌溉条件的地区，也不能生产大豆。

主产国栽培区划

中国 除青藏高原的寒冷地区和新疆维吾尔自治区、内蒙古自治区的干旱地区外，均有大豆栽培。按地理、气候、栽培制度和品种类型，分为三个大区和10个亚区（见图）。①北方春大豆区。一年一熟，生育期自4月中旬至9月。此区南界自西向东为35°N～40°N，北界略高于50°N。分3个亚区，即东北亚区、北部高原亚区和西北亚区。其中东北亚区为中国第一主产区，种植面积占全国的30～40%，产量占35～44%。②黄淮海夏大豆区。大豆与小麦轮作的一年两熟地区，生育期为6月中下旬至10月初。此区南界为33°N，北界为40°N，属于暖温带。分两个亚区，即黄淮亚区和冀晋中部夏春大豆亚区。其中黄淮亚区为中国第二主产区，大豆种植面积占全国的30～42%，产量占32～40%。③南方多作大豆区。沿淮河和秦岭以南约在18°N～33°N之间，雨水和热量充足，一年二熟至三熟。本区为水稻主产区，大豆只占耕地的4～5%，本区春大豆于3月至4月播种，7月成熟；夏大豆5月、6月播种，10月成熟；秋大豆7月底8月初播种，11月上中旬成熟。本区分5个亚区：长江流域夏、春大豆亚区，东南部秋、春大豆亚区，中南部春、夏、秋大豆亚区，西南高原大豆亚区，华南多作大豆亚区。

美国 大豆产区主要在中部和东部，可分为3个区：①春小麦大豆区，在42°N～48°N之间，属中温带，产量占全国的9%，其中以明尼苏达州为最多，占全国的7%。②玉米大豆区，在37°N～42°N之间，属暖温带，为美国的最大产区，占全国总产量的66%。其中伊利诺斯州最多，占全国的20%，其次为依阿华州和印第安纳州，分别占16%和9%。基本属一年一熟，南部可以麦豆一年两熟制。③棉花大豆区，在30°N～37°N之间，属暖温带及北亚热带，产量占全国的24%，以密西西比河三角洲的阿肯色、密西西比两州生产最多，分别占全国的8%和5%。

巴西 大豆产区可分为两个区：一个区在20°S～32.5°S之间，属亚热带的南里奥格兰德、巴拉那、圣



中国大豆栽培区划

Ⅰ. 北方春大豆区：I_1东北亚区；II_2北部高原亚区；I_3西北亚区　Ⅱ. 黄淮海夏大豆区：II_4冀、晋中部夏、春大豆亚区；II_5黄淮亚区　Ⅲ. 南方多作大豆区：III_6长江流域夏、春大豆亚区；III_7东南部春、秋大豆亚区；III_8中南部春、夏、秋大豆亚区；III_9西南高原大豆亚区；III_{10}华南多作大豆亚区

保罗和圣卡塔林那等州，为主要产区，产量占全国的85%，一年一熟，生育期为10月到次年3月，相当于北半球的4月到9月。另一个区在15°S～20°S之间，属热带的马托格罗索、哥依斯马托格罗索等州，产量占全国的15%，为新发展区，多在雨季种植，略晚于前一产区。

阿根廷　大豆产区可分为两个区域：一个区在30°S～38°S之间，属暖温带的科尔多伐、圣菲、布宜诺斯艾利斯等省，为大豆主要产区；另一个区在23°S～30° S之间，属亚热带的密西昂奈斯、科连斯特、图库曼等省。

其它大豆较多国家栽培区域的划分有：朝鲜大豆产区以37° N为界，在37° N以北为一年一熟。大豆产量占总产量的60%；在37° N以南为麦豆一年两熟，偏北部在麦收前播种，偏南部麦收后播种，大豆产量占总产量的40%；日本大豆产区可划分为4个区：第一区在40°N～45° N之间，包括北海道及东北地区，一年一熟，为大豆主要产区。第二个区在36°N～41°N之间，包括关东、东山及北陆地区，一年一熟及二年三熟。第三个区在34°N～36° N之间，包括东海、近畿、中国及四国等地，为麦豆一年两熟；第四个区在34° N以南，包括九州，有春播夏收和夏播秋收两种耕作制。印度大豆产区可划分为两个区域：一个区在23°N～28° N，包括恒河平原以北的阿萨姆、西孟加拉、曼尼普尔、希马恰尔等邦的山区，以黑大豆为多，亦有各色大豆，常与玉米、粟间混作；另一个区在20°N～24° N之间，包括旁遮普、腊贾斯坦、比哈尔邦的平原地带，一年二三熟，多在无灌溉条件的土地上种植，须在雨季来临的6月底播种。　（卜慕华）

试验方案 (experimental plan)　试验中用作比较的一组处理的总称，是试验工作的核心。根据试验因素的多少和组合方式，一般可分为三类：①单因素或单因子试验方案：即在同一试验中只研究某一个因素下的若干处理（或称水平），其目的在于探讨该因素在不同水平的效应，找出相对最优水平，以明确该因素在农业生产中的地位和应用价值。例如五种药剂试验，其中研究的因素为“药剂”，五种不同农药则

为"药剂"这一因素的五种处理(或五个水平)。农业研究中的品种比较试验,播种期试验等均为单因素试验。这类试验方案目的明确,试验设计与结果分析比较简单,只能得到简单效应,信息量较少,其结论也多是初步性质的。②复因素或复因子试验方案:简称因子式试验,即在同一试验中同时研究两个或两个以上的因素,各个因素都有不同水平,组合不同水平成为处理组合,其数目等于各因素水平数的乘积。这类试验又称为全面实施的多因素试验。例如五个品种与三个播种期试验,研究因素为品种与播种期,分别具有五个与三个水平,共有 $5 \times 3 = 15$ 个处理组合。当处理组合数只有各因素水平数乘积的一部分,则称为部分实施的多因素试验。例如有四个因素各具三个水平,全面实施时有 $3^4 = 81$ 个处理组合;若只实施其中的 $\frac{1}{3}$,则有 $3^4 \times \frac{1}{3} = 27$ 个处理组合。这类方案可以研究一个因素在另一些因素的不同水平上的平均效应和因素间的交互作用,得到较多、较准确的信息。因此比单因素试验的效率为高。③综合性试验方案:也包括多个因素,但其处理组合仅包括若干个因素的某些水平,因素的水平间是不平衡(非正交)的;或只采用经过实践初步证明为优良水平的处理组合,其目的在于探明处理组合的综合效应,而不能研究个别因素的效应和因素间的交互作用。但这类试验对于确定增产措施、提高作物产量还是很有效的。

上述各类试验可按不同目的和要求,在一点或多点采用小区或大区进行一年至多年,以取得所需的数据资料。拟订试验方案时应注意:①与试验目的和任务相适应。如要鉴定一批新品种的生产利用价值,必须进行区域试验,经过多点多年的联合鉴定,才能确定某一品种在不同地区、不同气候条件下的高产稳定性能和适应范围。②设立对照,以便比较。例如施肥试验,除施肥区外应设无肥区为对照,对照处理应是试验方案的组成部分,其管理措施同供试处理。根据试验要求增设对照有利于提高处理间比较的精确度。③处理间的比较必须遵循"唯一差异"的原则。即只求在某一因素的处理之间有所区别而其它条件则应当是一样的。④各处理间应有适当的差距,才能显出处理效应。如果级别过多,会使试验方案过于复杂,特别是试验因素较多时土壤的变异性就更难以控制。⑤合理简化试验方案,以节省人力物力和试验地,但要充分考虑能够采用相适应的统计方法,对所得资料进行分析。⑥事先查阅文献、资料,多方研究讨论,使每一个处理设置都有一定的科学依据,并对试验结果有所估计或预测。 (胡蕴珠)

试验观察记载 (experimental data scoring)
对处理作物在试验期间的各个试验环节的生长特点所进行的一系列观察、测定与记录。如品种试验需观察记载各品种的特性、生育期及病虫害等情况。试验观察记载是积累试验数据的过程。为使记载资料有助于对试验作出更全面而正确的结论,记载必须围绕试验目的,做到简而不繁,突出重点。不同性质的试验记载的项目可有不同,但要针对性强,同时做到记载标准要一致,记载要及时,并有专人负责。试验观察项目因不同试验而有差异,但均可采用以下基本项目:①气候条件的观测记载:包括大气气候观测和农田小气候观测两类。目的在于掌握从播种到收获的各个重要时期,气候变化对试验处理所产生的影响。大气气候观测可抄录附近气象站的资料,主要是气温、地下5厘米深的土温、晴雨日数、相对湿度及灾害性天气等。农田小气候观测则是为了研究处理所形成的农田小气候特征,例如作物株间温度、湿度、光照的垂直分布及株间的通气度等,观测记载应在离小区边缘1~2米处进行,以避免产生边际影响。为取得正确的资料,观测记载必须有重复。②田间农事操作记载:详细记载整个试验过程中的农事操作,如**整地**、**施肥**、**播种**、**中耕除草**等,每一项操作的日期、数量、方法等均应记录。③作物生育动态的观测记载:这是田间试验观测记载的主要内容,包括处理作物的各个物候期(或称**生育期**)、形态特征、特性、生长动态、经济性状等。物候期观测一般以50%植株进入到某一生育期为准。由于以目测法评定,必须由同一观测者记录。形态特征、特性等的记载,主要记录试验处理对于供试作物的外部表现的影响,如株高、叶片数、叶面积、抗倒性、抗寒性、抗旱性、抗病虫性、耐涝性等。应着重记载与产量关系最为密切和受不同处理影响较显著的性状与特性,并逐步作一些生理、生化等方面的测定,如作物体内的碳氮比例、呼吸强度、油料作物的含油量等。④收获物的室内考种及测定:考查在田间不易或不能进行而须在收获后方能观测记载的一些项目。如千粒重(百粒重)、结实率等。⑤产量测定:产量是田间试验结果的主要标志,取样、计产都必须有代表性,并力求准确,以获得理想的结果。 (胡蕴珠)

《试验统计》(*Experimental Statistics*)
一部介绍将统计方法用于田间试验和数据分析的专著。由**马育华**编著。1982年由农业出版社出版。本书共18章,除引言外,在统计方法方面,阐述了试验数据的整理与初步分析、理论分布、统计推断、相关、非参数性统计方法及简易统计方法等六部分。其中非参数性统计与简易统计乃近代统计学的新内容。在试验设计方面,阐述了田间试验方法、顺序设计、随机设计中的随机区组、拉丁方、交叉式设计、裂区与条区设计等。取样技术方面,阐述了纯随机取样、分层取

样、顺序取样和多级取样等方法的设计与分析。

本书吸取了国际同类著作的长处，从数理统计的原理阐述应用统计方法，使读者易于理解并灵活应用。1983年获国家出版纪念奖。（盖钧镒）

试验小区技术 (field plot technique)

根据田间试验设计的重复、随机和局部控制三个基本原理，对试验小区的大小、形状、重复次数以及小区在试验地上的排列进行科学的设计。在试验地上，安排一个试验处理的小块土地称为试验小区，简称小区。正确的小区设计对于控制土壤差异、提高试验精确度起着重要作用。小区技术主要包括以下几项：

小区面积　一般而言，增大小区面积，可减少试验误差，但当小区面积增大到一定程度后，误差的降低就不明显。在试验田面积是一定的情况下，增加重复次数比增大小区面积更能有效地降低试验误差。但在实际确定小区面积的大小时还应考虑：①试验因素的性质，如机械化栽培试验要求小区面积大些，以便于操作。②试验作物种类与试验材料的**变异性**，高秆大棵作物（如**玉米**、**棉花**等）或变异较大的材料，小区面积以大些为宜。③处理数目的多少，若处理数目较多，则小区面积可适当小些。④试验地的面积及均匀性。⑤试验中取样的需要，如有破坏性取样，为了保证有足够的计产面积，小区宜大些。⑥各个试验阶段的不同要求，如品种试验进程中供试品系由多到少，种子量由少到多。对试验精确性的要求由低到高，小区面积应逐步加大。

重复次数　试验中同一处理的小区数目。例如品种比较试验，若每一个品种种植一个小区，称一次重复。种植三个小区，称三次重复，余类推。设置重复的原因有：①有了重复才能估计试验误差。重复次数的多少主要决定于土壤变异程度和试验要求的精确度，一般以3～5次较为可行。当然，也要考虑处理的数目，或材料的数量和试验地面积与小区大小等。②从几个小区计算处理的平均值比一个小区的估计值更为精确。③同一处理分散分布在不同的小区上，比集中连片地安排在地力相似的小区上更能反映出试验地段的平均质量，使各个处理的相互比较更为可靠。

小区形状　一般为长方形，其长宽比不等，3∶1至20∶1均可。狭长形小区在长度上可包括不同的土壤肥力，在宽度上使小区间土壤差异较小，便于田间观察与操作。但狭长形小区引起的边际影响较大，如需缩短边际（如肥料试验）可采用方形或近方形的小区。

对照区　常用CK表示，可作为一个试验处理。设置对照区的目的是便于和各处理进行观察比较，作为衡量处理或品种优劣的标准。并用以估计和矫正试验地的土壤差异。对照区应该是当地推广的良种或广泛应用的栽培技术措施。

保护行　种植于试验田四周的用于保护试验减轻边际影响的材料。一般种植与试验相同的作物或早熟材料，宽度应在1米以上。

区组（或重复）和小区的排列　供试的全部处理（或部分处理）种植在毗邻的小区内，每个处理各种植一个小区，成为一个完全区组（或不完全区组）。区组内的小区可以排成一排、二排或多排，决定于试验地的形状、地势，尤其是土壤的变异情况。一般地说：区组的设置应遵循同一区组内土壤肥力差异尽可能小些，而不同区组间差异尽可能大些的原则，以提高试验的精确度。因此，当试验地土壤呈现肥力梯度时，区组方向应与肥力梯度方向垂直，而小区的长边则与肥力梯度方向平行。区组内的小区则可根据不同情况采用顺序排列或随机排列。但为了估计无偏的误差，宜采用随机排列。常用的随机排列方法有随机区组、拉丁方及裂区设计等。（胡蕴珠）

收获 (harvesting)

用人工或机具收取达到一定熟期要求的**农作物**目的物。农作物到达一定的**生育期**后，体内淀粉、脂肪、蛋白质和糖类等物质的积累达到一定的要求，外形上也表现出成熟的特征时，即可根据作物的种类、**品种**和人们的生产目的，在相应时间进行**收获**。

不同的作物种类由于生育特性不同，因而收获时期和标准也不同。如油菜的花序是无限花序，开花延续时间可达30天之久，角果成熟的先后差异较大，收获过早，有部分角果没成熟，产量和品质低；收获过迟，早熟的角果由于过熟而开裂落粒，粒重和含油量也降低，对产量和品质影响也大。为了保证产品的量和质，一般宜在终花后25～30天左右，有2/3的角果呈现黄色时为收获适期。同一种作物的不同类型，其成熟和收获情况也不同。直立型花生由于株型紧凑，结荚集中，收获时在轻质砂壤中可连株拔起，然后脱荚，而蔓生型大粒种花生，因株型散生，结荚不集中，果柄易断，收获时要连株挖起，再脱荚或筛收。同一种作物的不同品种，其成熟先后也有差异。早熟品种收获迟了，产量和品质都会降低。而晚熟品种过早收获，由于还没充分成熟，产量和品质也低。

农作物的收获还要根据人们的生产目的进行。以子实为收获目的物的作物，如**水稻**、**小麦**、**大豆**等，当子实干物质的积累达最大值，千粒重高，养分含量高，品质好，机械收获损失最少，是为收获适期。以农作物的块根、块茎为收获目的物的，如**甘薯**、**马铃薯**等，由于块根、块茎为营养器官，无明显的成熟期，地上部茎、叶也无明显的成熟标志。一般当地上部茎叶停止生长，块根、块茎停止膨大，淀粉、蛋白质和灰分含量达到最高值，水分含量下降，糖分含量相对降低时为收获适期。以糖分为收获目的物的糖料作物，如甘

蔗、甜菜等，当其达到一定的株龄以后，在低温、干燥的气候条件下，生长逐渐转慢，光合产物以蔗糖的形式积累于薄壁细胞的液泡中，当体内蔗糖分达到糖厂对糖分的要求、汁液纯度达到一定指标时，是为工艺成熟期，也是收获适期。以收获纤维为目的物的纤维作物，如**棉花**、**黄麻**等，当纤维产量最高、品质最好时为收获适期，由于棉株上各部分的棉铃先后成熟，延续时间很长，所以收获要按照成熟的先后多次进行，做到及时收获；黄麻是韧皮纤维作物，纤维的收获适期因品种类型而异，圆果种是上花下果，花多果少时开始，至花少果多时结束；长果种则在上花下果，花少果多时开始，至部分蒴果开始成熟时结束。同一种作物的用途不同时，其收获的适期也不同。食用大麦以黄熟后期为收获适期，而酿造啤酒用大麦则须在完熟期收获。因此时籽粒含蛋白质较少，能提高制酒品质。玉米一般在苞叶黄枯、籽粒全硬化而有光泽的完熟期收；而作青贮饲料的玉米宜在乳熟末期至蜡熟期收，此时茎叶尚绿，营养物质含量较高，水分适中，适于贮藏，饲料品质亦好。掌握好农作物的收获适期是很关键的一个环节。

农作物收获的方法有人工收获和机械化收获，工具也因此而异。人工收获工具主要是各式镰刀和各种刀具；机械化收获是用各种机具进行的收获，主要是各种大型、中型和小型联合收割机等。机械化收获速度快，效率高。（苏广达）

薯类加工 (tuberous crop processing)

将薯类作物的块茎或块根加工成各种产品的工业生产过程。薯类包括**马铃薯**、**甘薯**、**木薯**等，其块茎或块根中含大约10～30%的淀粉，制取出的淀粉又可进一步制成粉丝；或水解制成淀粉糖浆、葡萄糖以及果葡糖浆等。薯块还可直接蒸煮、糖化及酒精发酵蒸馏成白酒或酒精。马铃薯和甘薯又可经过切片干燥或油炸制成干薯片或油炸薯片等方便食品。

马铃薯食品的加工业起源于公元前1 100年左右。当时南美洲的印第安人常把多余的马铃薯通过自然冷冻、曝晒或土法踩压脱水制成一种叫做屯达（Tunta）的薯干，作为越冬和备荒的主要食品。马铃薯传入欧洲后，德国人首先于1901年建成了世界上第一座采用干冻法加工马铃薯的工厂，10年中这种工厂发展到327个，年加工量达10万吨。到1918年美国的加工厂有十几个，年加工能力为3 000吨。1926年开始加工马铃薯粉，1945年又开发马铃薯粒和冷冻马铃薯油炸片的加工工业。随后马铃薯片、薯丝等加工厂相继建立。与此同时，西欧各国、加拿大和日本都相继发展各种马铃薯食品的加工工业。从此世界马铃薯的加工业便进入了高度发展的阶段。中国现代化的马铃薯食品加工业正在逐步兴起。

甘薯于16世纪传入中国南部沿海地区。1760年张宗法著《三农记》一书中载有甘薯"可生食、蒸食、煮食、煨食，可切片晒干，收贮作粥食，可磨粉，可糖饵，可酿酒，其制甚多"。近代这些传统加工方法都在逐渐得到改进，达到不同程度的工业化，产品种类也相应增多。

木薯在中国只有100多年的栽培历史。产地以广东、广西、福建、台湾等省（自治区）为主。一般用来制取淀粉。80年代以来，已经出现了一些现代化的木薯淀粉加工厂。

薯类产品加工原理与方法：

薯干 薯类作物的块根或块茎水分含量很高，一般为60～80%，因而组织比较松软，表皮很薄，收获时易受机械损伤。加上有泥土粘附，增加了微生物感染的机会，以致难于长期贮藏，因此除部分鲜食外，都要求及时脱水制成薯干。通用的薯干加工流程见图1。

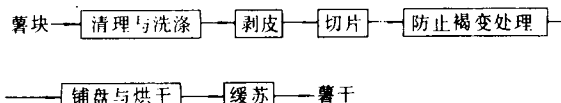


图 1 薯干加工流程

清理与洗涤 薯块先在清理机中清除烂薯、石子和其它杂质，再送到洗涤机中用水洗去薯块表面的污垢和泥土。

剥皮 洗净的薯块先在剥皮机中剥去皮层，再经水洗，冲去剥下来的薄皮碎片，然后在皮带输送机上由人工进行检查和整理，剔除不合格的薯块。如马铃薯已发芽，还必须将芽眼及发绿部分削除，因其中含有一种名叫茄苷的毒素。木薯皮层中含有氰糖苷，在木薯自身含有的酶作用下生成剧毒的氢氰酸，因此木薯必须剥皮。甘薯加工一般可省去剥皮工序。

切片 用切片机将薯块切成厚5～7毫米的薄片，也可用刨丝机直接刨成条状的薯丝。

防止褐变处理 薯块切片或刨丝时，组织暴露在空气中，薯中的酪氨酸酶和其它氧化酶立即与酪氨酸或其它多酚类成分起作用而呈现褐色。防止褐变的方法一种是热烫，即将薯片或薯丝放在沸水或蒸汽中快速热烫1～2分钟，使表面部分达到七八成熟为度。但一经热烫，薯片就不宜再作淀粉原料。另一种是硫处理，即将新鲜的或经过热烫的薯片浸在0.2%的亚硫酸或亚硫酸盐（亚硫酸钠、亚硫酸氢钠）的水溶液中，经1～2分钟；或者置于硫熏房中，用二氧化硫气体（燃烧硫磺）熏蒸1～2小时，使表面吸着一定量的亚硫酸。采用这两种方法都能达到钝化酶类，阻止氧化，使薯片或薯丝在干燥过程中不致褐变，同时加快干燥速度等目的。但二氧化硫的残存量不得超过食品卫生法规定许可的范围，即每千克薯干中二氧化硫的残存

量不超过40毫克。

铺盘与烘干　薯片或薯丝放盘中铺层，厚约1.5厘米，要求疏松均匀，以达到均衡干燥。采用烘房烘干时，房内温度应严格控制在70～75℃的范围内，并注意排除湿空气。如房温低于55℃，再加上排湿不良，则烘干时间延长，还会促使薯片或薯丝腐败。如温度高于80℃，则下层物料有烘焦的可能，甚至引起火灾。

缓苏　物料在烘干过程中因受热不均导致干燥程度不一，须在烘干后将它们堆放静置冷却，达到水分平衡。

储存　储存薯干可用房式仓或临时仓。在雨季，薯干水分要严格控制在14%以下，以防霉变。

熟甘薯片　中国福建、四川等气候潮湿地区，自古以来都采用下列加工流程制造熟甘薯片（见图2）。

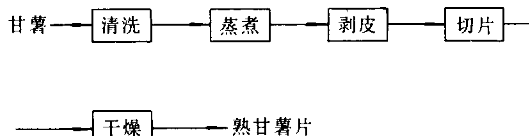


图 2　熟甘薯片加工流程

在制造过程中应注意：蒸煮要透，一般先蒸30分钟，焖20～30分钟，酌加冷水，再蒸10分钟，然后取出剥皮。如在蒸煮前剥皮，则需立即浸泡于水中，以免氧化变色。切片厚度以6～7毫米为宜。采用日光晒干时应先阴干一天，然后再在日光直射下干燥4～5天，到薯片呈琥珀色，有很好的弹性时，即可装箱。在箱中存放半个月后薯片上有白色粉末析出，使成品表面呈白色，内部仍呈琥珀色，是为上等品。

干马铃薯泥　干马铃薯泥的加工流程见图3。

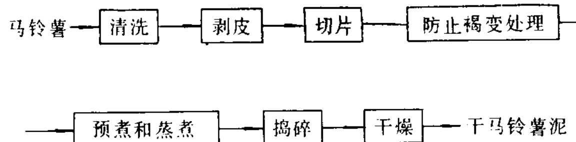


图 3　干马铃薯泥加工流程

预煮和蒸煮　马铃薯从清洗、剥皮到切片和防止褐变处理方法均与制薯干相同。制得的薯片先用60～80℃的热水预煮10～20分钟，再用流动冷水冷却，然后在旋转蒸发器中汽蒸15～35分钟，使淀粉充分糊化。

捣碎　熟薯在捣碎机中捣碎成泥，同时添加表面活性剂，如甘油单酸酯和二酸酯，它们能与马铃薯细胞破裂而流出的游离淀粉粒形成复合物，以防止颗粒粘结，还要加磷酸盐，以防止与金属结合时颜色变深，再加二氧化硫、食用色素、味精、葱汁及其它调味料等类的添加剂，混合均匀。

干燥　采用滚筒烘干机或流化床烘干机烘干，使水分降低至8%以下，即得干马铃薯泥。如将干马铃薯泥切成片状，再经筛理即得符合规格的片状干马铃薯泥。

油炸马铃薯片　原料薯片的制法如前所述。

漂洗　在油炸前，薯片先用热水漂洗，以便减少表面糊化淀粉对油的吸收，缩短油炸时间，改进成品结构，同时使产品色泽保持均一。通常要漂洗两次，第一次用热水，第二次用稀释的葡萄糖溶液，或葡萄糖溶液加酸式焦磷酸钠，以防煮熟后薯片颜色变深。如果薯片本身含糖量较高，则两次都用热水。

油炸　将漂洗过的薯片匀速送入油锅内，边炸边由网状输送带连续地捞出，油温一般为175～190℃，炸品温度为150～179℃。最常用的油为棉籽油、玉米油和花生油，也可用氢化植物油。

调味　炸好的薯片需外加适量的调味料如食盐、味精、奶酪以及具烤味或其它风味的物质。方法是从输送带上方的调料斗撒下，也可在旋转的拌料筒内用撒播或喷雾的方法匀速添加。

包装　经过调味后的油炸薯片就在验收皮带输送机上冷却，最后过磅分袋包装。

法国冷冻油炸马铃薯片需在包装前或包装后进行冷冻。松散的薯片可在冷冻室（－40℃）的连续输送带上冷冻12分钟。零售的纸包马铃薯条则在鼓风冷却器内冷却2.5小时，使品温降至－18℃。

冷冻马铃薯饼　将鲜马铃薯片或薯块，以及小颗粒马铃薯用蒸汽热烫，经冷却，切碎或剁碎，再与马铃薯粉（或米粉）、食盐、味精或其它调味品混合均匀后，通过馅饼成型机做成圆形或方形的马铃薯饼。冷冻处理则在包装以前或以后进行。

甘薯饴糖　利用麦芽中的糖化酶使甘薯中的淀粉降解，再经过滤、脱色，浓缩到一定程度即得饴糖。饴糖的主要成分为麦芽糖和糊精，前者带有甜味，后者带有粘稠性。整个工艺流程见图4。

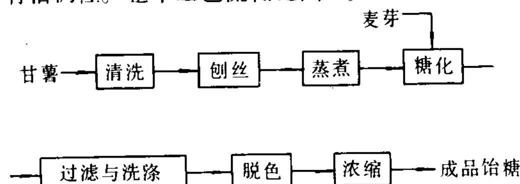


图 4　甘薯饴糖加工流程

蒸煮　鲜甘薯经清洗、刨丝后迅速转入容器中加热煮熟，至淀粉完全糊化后立即停止加热，不能煮焦。

糖化　甘薯制造饴糖，需事先制备糖化剂。如以大麦芽作为糖化剂，要先将大麦浸于约为23℃的冷水中1～2小时，冬季水温较低，则时间必须延长，但均以麦粒浸渍至含水分40～45%为宜。浸渍过头，则发芽力消失。浸渍好的大麦送去发芽，发芽开始时因呼吸作用旺盛，使麦堆温度增高，此时可翻动散热，每天还要洒水2～3次，在室温25～30℃下，四天后当芽长2厘米时即可用挤压机将麦芽内乳白色浆液挤出，所得麦芽汁连同碎麦芽一起倒入糖化缸中，再加冷水

30～35千克，搅拌均匀后，继续加入沸水8～10千克，再经搅拌即制得糖化液备用。糖化时，将熟透的薯丝倒入糖化缸中，按麦芽用量为鲜甘薯重量的8%计算比例加入糖化液，充分搅拌，温度调节到55℃左右，保持8～12小时，即可完成糖化。

过滤与洗涤　糖化结束后，将上层清液取出，其余部分通过压滤，滤渣用沸水反复洗涤，所得滤液与洗液分别再过滤，然后与上层清液合并成糖液，洗净的滤渣仍可作酿酒原料或饲料。

脱色　加粉状活性炭（用量为糖液的1%）于糖液中，搅拌均匀，加热至70℃左右，保持1小时，然后滤去活性炭。

浓缩　将脱色糖液在不断搅拌的条件下加热蒸发，同时不断撇去液面上的泡沫，最后制得一种色淡透明，浓度为波美36°～42°的成品饴糖浆。

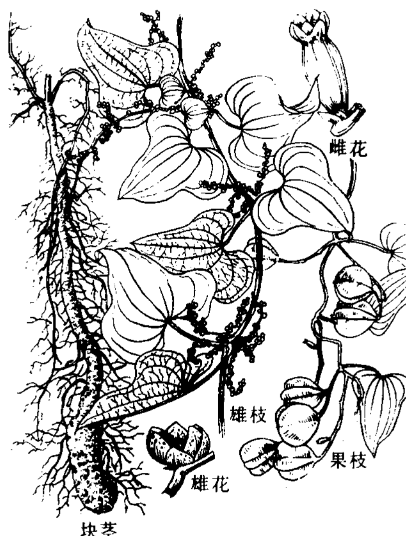
在无鲜薯供应的季节中生产饴糖，可采用薯干粉或甘薯淀粉渣作原料，如用薯干粉，则单用沸水冲泡即能使淀粉糊化。

薯类的工业化利用途径最主要的还是生产淀粉（见**淀粉生产**）。　（周世英）

薯蓣 (common yam)　薯蓣科薯蓣属中的栽培种，学名*Dioscorea opposita* Thunb.，缠绕草质藤本植物。别名山药、淮山、怀山药。块茎药用或食用。中国各地均有分布。主产河南省，称怀山药。朝鲜、日本也有。

块茎肉质肥厚，略呈圆柱形，外皮灰褐色，生有须根。茎带紫红色，右旋。叶卵状三角形至宽卵形，边缘常3浅裂至3深裂，叶腋内常有珠芽。花单性，雌雄异株，雄花序长穗状，雌花序1～3个生于叶腋。蒴果三棱状，扁圆形或圆形。种子具膜质翅。花期6月至9月，果期7月至11月。优良品种有太谷山药和铁棍山药。

喜温暖，耐寒，宜土层深厚、肥沃疏松和排水良好的砂质壤土栽培。用芦头（根茎的上端部分）或珠芽繁殖。芦头生产薯蓣，珠芽用来育苗，为第2年生产提供芦头。芦头多年连续使用容易退化，变细长并组织衰老。一般2～3年更新一次，用珠芽繁殖的芦头顶替不能超过5年。珠芽繁殖：茎叶萎黄时收摘珠芽，选大而圆无损伤、无病虫害的珠芽，放屋内用干砂覆盖贮藏。南方于3月、北方于4月下种，行株距20～25×7～10厘米，种植深度8～10厘米，种后浇水，半个月后出土。当年秋挖出，贮藏备用，也可就地割去茎蔓，覆一层土就地贮藏，第2年栽前挖起栽植。芦头繁殖：收获时选茎短芽头饱满、粗壮、无病虫害、长约15～20厘米的芦头，掰下，晾4～5天，使伤口愈合，用砂贮存在5℃左右的室内，翌春待无霜时栽植。栽植前深翻土地，重施基肥，按35～50厘米行距开沟，沟深约



薯　蓣

15～20厘米，芦头平放沟内，株距15～20厘米，单行或双行栽，栽后先施腐熟粪土后覆土，稍镇压后浇水。苗高30厘米时搭支架。夏季分次追肥，雨季注意排水，土壤过干时浇水。病虫害有炭疽病 *Gloeosporium pestis*、褐斑病*Cylindrosporium dioscoreae*；蛴螬、红蜘蛛等。10月下旬后，收获珠芽，挖掘块茎，取下芦头，洗净后趁鲜用竹刀刮去粗皮，用硫磺熏12～24小时，待薯蓣变软，晒干或烘干，即为毛山药。选肥大顺直的毛山药置清水中浸至无干心，闷透，再用硫磺熏后，搓成圆柱状，切成20～25厘米段，晒干，打光，即成光山药。每公顷产干货3 000～6 000千克。

块茎主要含淀粉、粘液质、胆碱、糖蛋白、多酚氧化酶、维生素C。粘液中含甘露聚糖、植酸、3，4-二羟基苯乙胺、16种氨基酸和尿囊素等。味甘，性平。有健脾补肺、固肾、益精功能。用于治疗脾虚腹泻、慢性肠炎、肺虚喘咳、慢性肾炎、糖尿病、遗尿、遗精和白带等症。　（陈　瑛）

黍 (broom-corn millet)　禾本科黍属中的一个栽培种，学名*Panicum miliaceum* L.，一年生草本植物。是世界上古老的具有早熟、耐瘠和耐旱特性的粮食和饲料作物。米粒有粳糯两类。粳类古代中国称稷、穄、糜或糜；糯类称黍，优良品种称秬或秠。黍也常常做为粳糯两类的共同名称。现代中国西北地区称粳性者为糜子，东北或南方部分地区称稷子；糯性类型北方称黍子或粘糜子、软糜子，南方称黍子、夏小米、黄粟或大粟。对于中国古籍所称的“稷”究竟是指什么作物，农史界一直存在着争论。一说是穄，一说是粟，尚无定论。但在作物学中，稷则专指粳性的黍。

分布和生产　分布较广，种植北界是57° N，南界是南回归线。世界播种面积600万公顷。主要分布于亚欧两洲。美洲、大洋洲也有少量栽培。种植面积最多的国家是苏联和中国。印度、阿根廷、美国、澳大利亚、日本、伊朗、蒙古、法国、罗马尼亚等国也有栽培。苏联播种面积300万公顷左右，主要分布在南部和东南部干旱和半干旱地区。中国播种面积150万公顷左右。北起黑龙江，南到广东；东起台湾，西至新疆和西藏高原，都有黍的分布。主产区是内蒙古、甘肃、陕西、山西、宁夏和黑龙江省（自治区）的干旱和半干旱地区。这些地区年降水量变率大，春旱频繁，黍较多数谷类作物适应性强、产量稳定。内蒙古自治区鄂尔多斯旱作农区，黍的播种面积占粮食面积的40%左右，是当地农牧民的主要食粮。世界平均产量每公顷750千克左右。低产的主要原因是：土地贫瘠、耕作粗放、品种退化。黍在半干旱地区当年降水量达到350～400毫米时，在有机质含量为1%左右的瘠薄土壤上，施用少量的氮磷化肥，每公顷就能达到2 250～3 000千克的产量。

起源与栽培史　黍的最早驯化地点及传播问题，主要有三派学说。苏联植物学家H. И. **瓦维洛夫**认为，中国是栽培黍的古代初生基因中心。有人还引用文献资料证明，黍从中国广泛地传播到欧洲，18世纪从欧洲引到美洲。黍还从中国传播到朝鲜，从朝鲜传播到日本。中国学者的研究，充实了黍起源于中国的论点：①考古发现较印度和北非年代早、遗址多。黄河流域是中国古代文化的中心，在新石器时代的初期农业已初具规模，耐旱耐瘠的粟、黍成为黄河流域的主要农作物。以黄河中游为中心，西到新疆维吾尔自治区，东到黑龙江省的新石器时代遗址中，发现多处黍的遗迹。甘肃东部的秦安大地湾一期文化遗址发现少量黍种子，用C^{14}测定，为公元前5 200年的遗物。经树轮新表校正，距今为7 370～8 170年。陕西临潼姜寨遗址史家层中发现黍的朽粉。山东长岛县北庄遗址发现了黍壳标本。甘肃东乡马家窑遗址出土了迄今为止最完全的黍的植株、花序和种子标本。距今均约5 000年左右。此外，甘肃兰州青岗岔遗址，新疆新塔拉遗址，黑龙江东康遗址都发现黍的痕迹。值得注意的是中心地区年代较早，边远地区年代较晚，说明中国的黍不可能是从外地传入的。②中国的华北、西北黍栽培地区广泛分布着一种野糜子。种子厚壳随熟随落。**染色体**2n=36，与栽培种杂交，杂种一代结实正常。说明栽培黍正是从具有各种原始性状的野糜子或其亲缘种进化而来的。③**种质资源**丰富，特别是糯性类型多。中国不仅是黍的起源地，还是黍多样化的基因中心。以博物学家林奈为代表的学者，认为黍原产于印度。以丹麦古植物学家H. **赫尔拜克**（Halbatk）为代表的学者认为黍原产于北非沿海地区，然后传至印度，再传至中国。他认为黍的野生祖先是*Panicum cauosum* Hochst，而这种植物又分布在埃塞俄比亚。但是多数学者认为这种野生祖先尚不清楚。

黍在中国栽培历史悠久，中国的甲骨文已有记载。商代用黍**酿酒**，可见黍在商代种植极为普遍。《诗经》（距今2 500～3 000年）中出现的农作物名词25个，黍占首位。根据考古发现和文字记载，黍和粟一样是中国春秋时代以前黄河流域的最主要农作物之一。《氾胜之书》和《齐民要术》专门记载了黍的栽培法，其重要性仅次于粟。唐代以后，黍的地位下降，栽培面积越来越少，以至没有专门统计数据。但在干旱和半干旱地区，仍然是重要的粮食作物之一。黍在欧洲栽培历史也很悠久，5 000年前的"湖上居民时代"遗址发现了黍。文字记载也较丰富，斯拉夫语的名称Пpoco一直保存在欧洲的多种语言中。日本关于黍的最早文字记载是成书于9世纪的《倭名类聚抄》，美国在18世纪才引入黍，栽培历史较短。

形态　分为根、茎、叶、花、种子等部分（见图1）。初生胚根一条，3～4叶期长度可达50厘米。中胚珠（地中茎）能形成支根。分蘖节处形成次生根，为须根系。根系入土深度100厘米左右，扩展范围100～150厘米。茎秆直立，单生或丛生。有效茎一般1～3个，营养条件优越时可以超过20个。秆高50～150厘米，中空，秆壁厚，圆柱形。基部3～5节间短，称分蘖节。地上部



图1　黍

分由4～12节间组成。地上节能够形成分枝。但中国的黍分枝性弱，多在异常情况下才形成。苏联的黍具有适于作牧草栽培的分枝性强的品种。叶由叶鞘和叶片组成，无叶耳。叶片数一般7～16片。叶舌由许多短而密的茸毛组成。初生幼叶的叶片长0.7～20厘米，宽不足1厘米。以后生长的叶片长宽逐渐增大，最大叶是旗叶下第2～4叶，长度20～50厘米，宽度1.5～3.0厘

米。多数叶为长披针形。叶呈浅绿色或绿色，有的品种后期由于花青素积累呈紫绿色。叶片的栅状组织和海绵组织发达，甚至细胞间隙有时也充满叶绿体。叶片的气孔小而少，气孔长度约33微米，只是小麦、燕麦的一半。每平方厘米气孔数110～120个。茎叶多茸毛，黍和稷没有本质差别。花序为圆锥花序，主轴直立或弯向一侧。最多可有5级分枝，长度10～50厘米。根据花序主轴与分枝的长度，偏角与相对位置，中国划分为3种穗形（见图2），有的国家划分为5种穗形。穗形与生态特性有一定的关联，所以穗形常作为品种



图2 黍穗型

分类的基础。但是，穗形具有众多的中间类型。花序依花青素的有无，有紫绿两种颜色。小穗卵状、顶尖、有脊、无刺毛、无芒。长3～6毫米，宽2～4毫米。小穗由膜状的颖片和两朵小花组成。第一颖5～7脉，长度为小穗的1/2～2/3，第二颖11～13脉，与小穗等长。第一小花一般发育不完全，外稃变成膜状，形状、大小与第二颖相似，也称第三颖。第二小花为完全花，由1个雌蕊、3个雄蕊、2个鳞片和内外稃组成，能够正常结实。还有一类品种，着生3朵小花，上部两花结实。籽实卵圆形、长圆形和圆形，为有稃的颖果，习惯上称为种子。稃革质、坚硬、光泽有色。粒色有红、黄、白、褐、条灰等五种基色，以及由两种以上基色组成的多种粒色。种子长2.0～3.3毫米、宽1.5～2.6毫米、厚1.2～2.1毫米。千粒重3～10克。皮壳率与粒色有关，以白色为主的为7～12%，其它粒色为15～23%。去稃后称原米或糙米，米色一般浅黄至深黄色，少数品种白色，个别品种稍带淡褐色。因种子胚乳中淀粉种类不同而划分为粳糯两类。糯米不透明粉质，粳米半透明角质。

生物学特性　品种的生育期类型较多，出苗至成熟需55～130天、活动积温为1 100～2 600℃，可划分为特早熟、早熟、中熟、晚熟和极晚熟五个类型。生育期的长短受光温影响特别明显。不同播期、不同地理条件生育期有较大幅度的变化。种子满足一定的水、温度和空气条件即萌芽。播种至出苗需4～10天，其长短受土壤温度影响。在土壤湿润的条件下2～3片真叶时开始形成次生根，土壤干旱时长期不能形成次生根。一旦降雨或灌溉次生根迅速生长。营养条件良好，4片真叶开始出现分蘖。一般第3叶腋首先分蘖，然后向上下发展。第一次分蘖可能发生第二次分蘖，第二次分蘖还可能产生第三次分蘖。苗期地上部分生长缓慢，出苗后20～50天进入拔节期。拔节前后生长锥进入生殖生长阶段。结实器官的形成过程，除营养生长期外，划分为五个时期：①第一苞原期。以出现第一苞原基为标志。此时生长锥的体积开始膨大，长度从0.8毫米增至1.0毫米，宽度从1.0毫米增至1.3毫米。经历时间2～4天，叶龄指数0.42～0.44。②花序枝梗系统分化期。以1～3级枝梗分化为内容。经历时间3～8天，叶龄指数0.50～0.52。③小穗及小花原基分化期。以分化小穗的颖片及小花原基为内容。经历时间4～9天，叶龄指数0.59～0.61。④雌雄蕊原基分化期。以雌雄蕊器官分化为内容。经历时间4～10天，叶龄指数0.70～0.72。⑤花粉分化形成期。以花粉母细胞经减数分裂等过程形成花粉粒为内容。由于黍花序的顶部和基部小穗发育进程差别大，同一时间在同一花序上可以观察到小穗发育的几个时期，这是黍穗分化的一个突出特点。拔节后10～30天开始抽穗，抽穗之前叶片进入生长高峰期，抽穗前后茎和根进入生长高峰期。抽穗时顶部小花的花粉发育为单核中晚期到双核初期。多数品种顶部小穗出现后3～7天开花。授粉方式有三类：全开稃授粉、半开稃授粉和闭花授粉。多数品种为半开稃授粉。黍的天然异交率一般为0～3%，高者可达20%。异交率的高低与授粉方式、品种特性、异花粉源的距离和风力有关。全开稃授粉和异花粉源近的异交率较高。花粉几乎一落在柱头上便萌芽，授粉6天后籽粒明显开始增重。20～25天干重达最大值。以后开始失水，35～40天失水过程结束，籽粒完全成熟。刚成熟的种子发芽率较低，经过一个不长的后熟过程发芽率才达到正常水平。

黍是禾谷类中最抗旱的作物之一。根的中柱鞘范围较宽。茎的维管束排列为四圈（见图3）。根与茎的输导组织发达。发芽需水较少，土壤湿度不低于最大田间持水量的50%，吸收种子重量的25%水分就能发芽。生育前期能忍受短期的组织脱水而不影响产量，因其蒸腾系数是禾谷类作物中最低的，而且变幅小，比较稳定。黍还能忍受土壤干旱，若以土壤最大田间持水量70%的籽实产量为100，当土壤湿度为最大田间持水量30%时，黍的籽实产量降低幅度比粟和其他禾谷类作物都要少。从拔节开始需水量逐渐增长，对水分最敏感的时

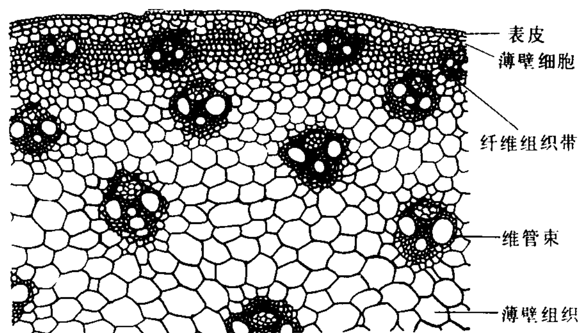


图 3　黍茎横切面

期是抽穗至灌浆。黍较抗干热风，但是开花期遇干热风也能造成秕粒。中国半干旱地区在良好的栽培条件下，每毫米降水可生产黍籽粒600～800克。

黍是喜温作物，较高的温度有利于生长发育。发芽最低温8～10℃，最适温20～30℃，最高温35～40℃。形成营养器官最低温度为10～11℃，分蘖期最适温15～20℃，次生根生长最适温15～18℃。形成繁殖器官的最低温度为12～15℃。开花的最低温度为16～19℃，最适温度24～30℃。具有较强的抗热性。在土壤含水量最大田间持水量的70%时，42℃为叶片的临界温度，超过此温度叶片内可溶性物质显著增加。对低温反应敏感。幼苗－2～－3℃严重受冻，－3～－4℃植株死亡。灌浆后期，－2～－3℃穗颈节冻死，造成严重损失。冻害程度不仅与温度高低有关，还与低温的持续时间有关。生育后期大于0℃的低温刺激，降低植株体内生长素，增加脱落酸，加速成熟过程。全**生育期**所需活动积温特早熟品种晚播时为1 100℃左右，极晚熟品种春播时为2 600℃左右。低于**玉米**、**高粱**、**谷子**，高于麦类。同一品种播期不同，总活动积温可以相差500～600℃。

黍是**短日性作物**。日照缩短发育加速，日照延长表现迟熟，而以苗期对日照长短反应最敏感。在人为缩短日照条件下，以每日10～12小时日照生育期最短。在长日照条件下，生长发育时间延长，营养体与生殖体发达，若能正常成熟，茎秆和籽粒产量都能提高。但也有对日照长短反应极迟钝的品种。喜较强的光照。阴雨多的天气延迟发育，降低光合能力和结实率。灌浆至成熟是光合能力最旺盛时期。黍为C_4植物，但在高水肥条件下，净光合率低于玉米和高粱。

黍对肥料反应较为敏感。生长过程中吸收氮磷钾三要素的百分率，苗期氮是全生育期的8%、磷为4%、钾为7%；分蘖至开花分别是60%、43%、93%；开花至成熟分别是32%、53%、0%。在瘠薄土壤上，施肥增产显著。

黍对土壤适应性强，除低湿易涝和较强酸性土壤外都能种植。通气良好、速效养分多、杂草少的中轻壤土是适宜的土类。黍耐瘠性强，在干旱贫瘠的土壤条件下，能获得其他谷类作物所不能达到的产量。因此黍在中国古代农业和现代旱地农业中具有重要地位。耐盐碱能力强，在硫酸盐氯化物的盐土上，全盐含量小于0.35%，氯离子小于0.06%，能够正常生长。全盐含量0.35～0.60%，氯离子0.06～0.10%，生长受抑止。全盐含量大于0.60%，氯离子大于0.10%，不能出苗或出苗后幼苗死亡。但是某些抗盐品种，在全盐含量0.5～0.7%时，还能正常生长。

品质和用途　营养成分因品种、环境和管理条件而异。以粗蛋白含量为例，据苏联、法国、美国的资料，种子无水样品粗蛋白的含量为10.65～14.00%，平均为12.61%。据中国资料，种子无水样品粗蛋白含量为11.02～15.59%，平均为14.20%。其它营养成分的含量为：粗脂肪2.8～4.6%，无氮浸出物70%左右，粗纤维10%左右，灰分4%左右。黍不仅蛋白质含量较高，而且品质也较好，蛋氨酸、亮氨酸、色氨酸的含量较其他谷类丰富，但赖氨酸含量较少。胆碱和亚油酸含量也较高。所以黍可以制做营养丰富的多种可口食品。稷为干旱半干旱地区主要制米作物之一。稷米作饭，食味较好。但稷米的食味与品种、产地和栽培技术有关。以稷粒为原料加工而成的炒米是蒙古民族喜爱的食品。稷米加工成粉可制作煎饼等多种食品。苏联和东欧一些国家还制作黍米粥或糕饼。黍米是中国北方的主要糯性食物，可制作油炸糕、粘豆包等多种糕点，为节日常用食品。

黍可制造糖浆、麦芽糖、酒精、黄酒和啤酒。穗经人工脱粒后可做扫帚，特别是穗分枝细长而又富有弹性的类型，做小扫帚优于其他帚用作物。黍的籽粒及其副产品可做饲料。籽粒对小母鸡的增重和母鸡的产蛋与玉米相似；喂猪增重和**大麦**相同。黍糠是猪和家畜的粗饲料。茎秆含粗蛋白2.4～3.9%，是耕牛喜爱的饲草。黍还可当做一年生牧草栽培，青干草含粗蛋白10%左右，高于玉米、**燕麦**青干草，是一种优良的禾本科一年生牧草。除此以外，黍还常常作为开荒、改造盐碱地和治理沙漠的作物。还用其生育期短的品种，作为自然条件恶劣地区的补救作物。

参考书目

魏仰浩编著：《糜子的育种与栽培》，内蒙古人民出版社，1980。

Елагин, И. Н. *Агротехника Проса*, Москва Россельхозиздат, 1981.

（魏仰浩　刘福在）

黍病害 (broom-corn millet diseases)

由寄生物的浸染而造成对黍生长发育的伤害。黍的病害共21种。除危害不严重的若干病毒病和粟线虫病外，较重的约15种（见表）。其中危害严重的世界性病害只有黑穗病 1 种，局部地区危害的有红叶病等 4 种。

黍病害表

病害名称	病　原　菌	主要症状
黑穗病	*Sphacelotheca destruens*	穗部变成瘤状物，后散出黑粉。
红叶病	Millet red leaf Virus	植株红化或黄化，影响结实。
花叶病	Panicum mosaic Virus	黄一绿色花叶。
细菌性条斑病	*Pseudomonas panici*	叶片呈现水渍状褐色条斑。
黑变病	*Xanthomonos holcicola*	米粒部分变黑。
黍瘟病	*Piricularia grisea*	叶片叶鞘呈现近圆形或梭形褐灰色病斑。潮湿时，产生灰色霉状物。
黍锈病	*Uromyces linearis*	叶片叶鞘呈现褐色长圆形隆起斑点，破裂后散出黄褐色或黑色粉末。
圆斑病	*Helminthospouium yamadai*	褐色椭圆形小叶斑，中央色浅，有时可见轮纹。
长形叶斑病	*Helminthospouium ponici-miliacei*	初生黄色细小斑点，后成黑色长形叶斑。
叶点斑病	*Phyllosticta sorghina*	病斑白色，边缘红色，圆形或不规则。
叶斑病	*Cercospora fusimaculans*	淡黄色病斑，椭圆形或狭长纺锤形。
霜霉病	*Sclerospora macrospora*	叶部病害，产生霜霉状物。
细菌性枯萎病	*Bacterium panici*	维管束病害，严重时植株枯萎。
污穗病	*Helminthosporium ravenelii*	穗部病害。
细菌性褐斑病	*Xanthomonas paniei*	叶部褐色病斑。

黑穗病　也称糜子黑穗病、散黑穗病、黑粉病，为遍及黍产区的主要病害。20世纪40年代曾在中国某些产区严重为害，轻者发病率5%左右，重者高达20%以上。50年代推广药剂拌种，发病率迅速降低。70年代后期在部分产区又迅速回升。80年代加强了综合防治措施，发病率已控制在1%以下。一般全株发病，偶尔也有基部分蘖照常抽穗结实的现象。病株穗部起初成细长苞，由白色膜包住。以后膨大成瘤状物，外膜破裂后散出黑色孢子，剩余部分裂成丝状。病原菌有稷大孢轴黑粉菌和稷小孢轴黑粉菌两种，所致的症状基本相同，其主要区别在于病菌孢子的大小和膜的形态。厚垣孢子主要附在种子表面越冬。第二年种子萌发时孢子也萌发，侵入后随植株生长蔓延到穗部。落到土壤中的孢子也能越冬致病。苏联黍黑穗病至少有三个生理小种，不同的生理小种致病能力有差异。中国的黑龙江、山西、内蒙古三省(自治区)的病菌致病力有明显差别，所以也存在不同的生理小种。药剂浸拌种，穗选无病种子、轮作，选用抗病品种都能有效控制此病。

红叶病　中国北部粟黍共同分布区普遍发生的病毒病害，发病率一般0.2～5.0%。玉米蚜、麦长管蚜和麦二叉蚜是主要传病昆虫。症状的轻重因感病时期而异。一般感病愈早，症状愈重。苗期感病，重者枯死，轻者生长异常。抽穗前后感病，植株呈现紫红色或不正常的黄色，穗颈变短植株矮化，全株秕粒或部分小穗正常结实，严重者全株不实。防治措施是选用抗病品种，喷药消灭传播昆虫。

细菌性条斑病　也称褐条病。分布在中国的陕西、河北、辽宁、吉林、黑龙江等省。多雨年份发病较重，发病率可以高达20%。品种间抗病性有较大差异。病叶呈现紫褐色到黑褐色的狭长水渍状条斑，自叶片发展到叶鞘。穗轴和花梗偶现病痕。多数情况下只有部分叶片受害，严重时植株的顶端坏死。病菌在土壤、种子和病残体上越冬，从寄主伤口侵入。气候适宜病症就表现出来。病菌的再侵染主要靠雨水和昆虫。采用综合农业措施，如适期播种、合理轮作、增施肥料；选用抗病品种；喷叶枯散等药剂都能防治此病。

黑变病　苏联70年代末发现的由多种细菌和真菌引起的一种病害。发病后米粒顶端变黑或胚芽变黑。黑变病降低出米率和食用品质。收获后黍垛高温潮湿利于发病。防治措施是选用抗病品种，轮作，适时收获和及时脱粒。　　(魏仰浩)

黍虫害 (Insect pests of broom-corn millet)

由节肢动物的侵袭而造成对黍的危害。已记载的虫害共50余种，常见的20余种。多数是禾谷类的共同害虫，重要的只有糜子吸浆虫1种。

害虫种类　根据为害情况，将害虫分为四类：

地下害虫　包括蛴螬、地老虎和蝼蛄等多种害虫。黍产区普遍危害。低洼潮湿土壤和盐碱地蝼蛄为害特别严重。沙漠边缘地区蛴螬为害甚重。地下害虫咬食种子和幼苗，蝼蛄还能挖掘隧道使幼苗失水死亡。常造成缺苗断垄，个别地块甚至毁种。

蛀茎害虫　主要有粟灰螟、玉米螟、粟茎跳甲、二化螟、黍秆蝇 *Atherigona miliaceae* 和野黍蝇 *A. erichloae*。粟灰螟和粟茎跳甲是中国粟黍共同分布区

的主要蛀茎害虫。二化螟是黑龙江省新发现的蛀茎害虫。玉米螟是苏联黍产区的主要蛀茎害虫。在欧洲较湿润地区，虫害发生早而严重时可致颗粒无收。黍秆蝇和野黍蝇分布范围较广，但危害较轻。蛀茎害虫以幼虫蛀食心叶、嫩茎、幼穗和在茎的髓部穿行，造成枯心、茎折或畸形穗，增加秕粒。

食叶害虫　常见的有粘虫、黄狭条跳甲等。软体动物蛞蝓也能危害。中国春小麦产区，小麦收获后粘虫常迁移到黍田为害。黄狭条跳甲分布较广，危害较轻。蛞蝓在中国东北三省和苏联的局部地区危害。食叶害虫以成虫或幼虫咬食叶片，造成缺刻、孔洞、白色片状斑纹等症状。黍叶多茸毛，食叶害虫并不喜爱，所以为害程度较轻。以粘虫为例，一般情况下只食嫩叶，很难见到吃光叶肉只留下叶脉的现象。

吸液和花器害虫　种类较多，主要有糜子吸浆虫 *Stenodiplosis panici*，又名黍吸浆虫、黍蚊和黍瘿蝇。玉米蚜、高粱蚜和黍蚜 *R. padi*、稻管蓟马、二纹盲椿象 *Creontiades bipunctus* 和赤须盲椿象 *Megalocerraca ruficornis*、截形叶螨 *Tetranyckus truncatus*和棉叶螨等。糜子吸浆虫是苏联黍产区普遍危害的主要害虫。1925年苏联首次发现，现已成为黍产区的重大威胁。大发生年空壳和秕粒剧增，造成大幅度减产。中国主要在甘肃、宁夏、陕西、吉林等省（自治区）局部地区为害。为害较轻，大发生年减产不超过10%。其他吸液和花器害虫，都有不同程度的发生。危害方式多群集在植株上中部叶片背面吸取汁液，影响生长；或为害花器，造成空壳和秕粒。某些吸液害虫还能传播病毒病。

防治　根据虫害种类，在抓好重点防治的基础上，进行以农业防治措施为主的综合防治。主要防治措施是：①重视检疫工作，预防糜子吸浆虫传入无虫区。②合理轮作防治某些虫害。如禁用玉米前作预防玉米螟；避用马铃薯前作，可减轻蛴螬为害，避免连作和粟前作，预防粟灰螟为害。③播前锄净杂草，可减轻地老虎为害。④采用辛硫磷等高效低毒农药防治地下害虫。⑤抽穗期用高效低毒农药防治花器害虫。

（魏仰浩）

黍品种分类（classification of broom-corn millet cultivars）　黍的品种众多，为了研究和应用，不同学者常根据品种的不同性状进行分类，简称黍品种分类。

根据穗部性状分类　是通常采用的分类方法。国际上主要有三种分类法：①Φ.开尔尼开（Körnicke）1885年首先提出以穗形划分为三个类型。散穗型（Effusum），穗的分枝较长，并向主轴的四面散开；侧穗型（Contratum），穗的分枝长，集于主轴的一侧而下垂；密穗型（Compactum），穗的分枝短，密集在主轴周围。然后以花序和籽粒颜色划分为若干变种。中国有的书籍称散穗型为稷型，侧穗型为黍型，密穗型为黍稷型。实际上任何穗型都包含粳糯两类品种。如：龙黍16、辽糜56号为散穗型糯性品种（黍型）；内蒙古巴盟13、内蒙古帚糜为散穗型粳性品种（稷型）。②Б. М. 阿尔诺德（Арнольд）的十二类群分类法。他首先根据穗型划分为散穗、密穗、侧穗三亚种。然后根据穗分枝的长与短，穗子的疏与密，将每一亚种划分为四个类型。③Н. В. 波波夫（Попов）的五亚种分类法。首先根据穗分枝与主轴的偏角、相对位置、主轴和分枝的长度，划分为五个亚种：周散穗 *Patentissimum* Pop.、分散穗 *Effusum* Al.、侧穗 *Contractum* Al.、半密穗 *Ouatum* Pop. 和密闭穗 *Compactum* Körn.。然后根据花序和籽粒颜色划分为若干变种。苏联多采用波波夫分类法，变种总数现为79个。黍的花序颜色只有绿色和紫色两类，有9种粒色10个类型，变种总数可能有100个，所以随着育种工作的进展，变种数目是会增加的。

中国首先根据籽粒的粳糯性划分为黍、稷（糜）两大类。其次根据每小穗结实粒数划分为单粒和双粒两类群。第三根据穗形划分亚种。穗形主要根据穗主轴与分枝的长度、主轴与分枝的夹角、主轴与分枝的相对位置等数量性状进行划分的，所以存在着众多的中间型。侧穗型包括侧垂、侧散、侧密三种穗形；散穗型包括周散、帚散、散穗三种穗形；密穗型包括密团和半密两种穗形。穗形的进一步划分，利于中间型的归类。第四根据花序颜色和籽粒颜色划分变种。中国黍种子的色型有白皱（易去壳）、白、黄、红、条灰、褐、白底侧面黄、白底侧面红、白底侧面灰、白底侧面褐、黄红、灰黄、灰红等13类。

根据其他性状分类　除了上面介绍的品种分类外，在实际应用上常以品种的熟性、用途（食用、帚用、饲用）和抗逆性（抗旱性、抗病性、抗落粒性）等性状进行品种分类。其中，较为常用的是以熟性进行的分类。通常以生育期（出苗至成熟的天数）或生育期所需活动积温进行划分。粗分，划分为早熟、中熟、晚熟三类；细分，划分为特早熟、早熟、中熟、晚熟、极晚熟五类。品种的生育期多数品种随种植地点和播种期而剧烈变动，所以品种熟性分类的标准是和种植地点、播种期密切相关的。

参考书目

П. М. 茹科夫斯基主编，余学熙等译：《制米作物》，财政经济出版社，北京，1955。（П. М. Жуковский, *Крупяные культуры*, Сельхозгиз, 1953）

（魏仰浩）

黍杂交技术（crossing techniques of broom-corn millet）　黍是自花授粉植物，花

器小、自交率高，进行杂交时，有一整套特殊的方法。

开花习性　抽穗后早熟品种3～5天，晚熟品种4～7天顶部小穗开花，也有少数品种抽穗当天或抽穗后1～2天开花。开花的顺序是先顶部而后延至基部。一穗开花的延续时间为11～20天。开花盛期为第4～7天。主茎穗与第一二分蘖穗的开花时间相差3～6天。开花的最适温度为24～30℃，相对湿度为50～60%。一天开花的时间晴天始期为8～9时，盛期为10～12时；14～15时结束开花。阴雨天开花时间延迟或整天不开花。一朵花开花的全过程需6～10分钟，多云和阴天可延长到20～35分钟。内外稃闭合后多数品种柱头仍外露。花粉数量较少，寿命较短。

杂交技术　由种好亲本、选株整穗、去雄、授粉和管理与收获五部分组成。

种好亲本　两亲本生育期差别较小，可根据亲本的抽穗期确定播种期，通常父本采用分期播种，可提高双亲花期相遇的机会。若两亲本生育期差别甚大，一般大田错期播种花期不易相遇。可采用人为缩短日照的措施，使开花期差距缩小，再配合错期播种，可使花期相遇。也可将生育期长的亲本种在温室花盆里。生育期短的亲本种在大田里，也能使花期相遇。

选株整穗　在母本行内选择符合育种要求的健壮单株进行整穗。顶部少量小穗开花时为整穗适期。手工去雄的每穗留20～40小穗，温水杀雄的每穗留100～200小穗。要求去掉已开花或较为幼嫩的小穗，只留下第2～3天能开花的小穗。保证去雄效果，提高结实率。

去雄　有三种方法。①手工去雄。用细长带锯齿小镊或解剖针去掉3个雄蕊，但不能伤害雌蕊。②温水杀雄。用46.5～47.8℃温水浸泡5～7分钟。在上述温度范围内可以不要求恒温。③化学去雄。在抽穗前夕，用有效成分为80%、浓度为0.8～2.0%的乙烯利（2-氯乙基磷酸）水溶液，进行喷液处理，有良好杀雄效果，但品种间耐药性有差别。

授粉　可采用3种方法。①用镊子取父本花药放在母本柱头上，②取父本花药花粉用毛笔快速授粉。上述两法，需在去雄后2～3天内进行两次授粉。③选择即将到达盛花期的父本健壮植株与母本穗套在同一纸袋内，让其自由授粉。上述三种方法以套袋授粉较常用，既省工，结实率也较高。当两亲本没有相邻种植时才采用其他授粉方法。

管理与收获　去雄后立即套袋挂标签，写明父母本品种名称、去雄日期和方法。**灌浆**期可以去掉纸袋。为了防止鸟害也可仍然套袋，但在纸袋的上端剪一开口，防止阴雨天气霉坏种子。授粉后30天左右种子成熟即可收获。

（魏仰浩）

黍栽培 (culture of broom-corn millet)

黍抗逆性强，生育期短，过度成熟时易落粒。苗期生长慢，与杂草竞争力弱。生产田伴生杂草野糜子较多，黑穗病也较重。在栽培上必须考虑这些特点，采取**轮作**换茬、精细**播种**，消灭苗期杂草，施用速效肥料，及时**收获**等稳产高产措施。

选地　适于在比较肥沃的疏松土壤上生长。在温暖地区宜选择肥土，寒冷地区应选择松土。在生荒地、中度盐碱土、沙土等土壤条件下较其他谷类作物的适应性强。连作常导致黑穗病和野糜子严重为害。若不同的黍品种连作，由于前作落粒，次年田间产生大量自生苗，极易造成品种的混杂退化。好的前作是豆科作物。杂草少肥力又较好的休闲地也宜种植。

品种与种子　黍品种的区域性很强，需选用区域化品种，切忌盲目引种。黍产区多为大陆性气候，不同年度降水量变化大，易春旱。为了适应不同的气候条件，宜早、中、晚熟品种搭配。龙黍16、龙黍18、年丰1号、内糜3号、内糜4号是中国种植面积较大的品种。穗选用上一年田间的无病菌、虫卵和杂草籽粒的饱满种子有明显的增产效果。在一定的期限内，种子陈化一年约减产5%，所以不宜使用陈旧种子。春天晒种5～6天，能增加种皮的空隙，提高种子的发芽能力和幼苗的生长势。

耕作　黍**播期**较晚，土壤容易失墒，黍田间出苗率又低，一般情况下田间出苗率仅60～70%，应十分重视播前耕作。秋耕，特别是早秋耕有利于土壤熟化和接纳秋季降水。在干旱灌区的盐碱地上，还是脱盐的重要措施。耕翻前最好灭茬1～2次。除盐碱地外，秋耕后需进行多次耙耱和碳压。春天还需进行表层耕作，以利保墒。冬春干旱地区，常不进行秋耕只进行春翻，且深度宜浅，一般为12厘米左右，只要做好耕后保墒措施，也能获得高产。某些干旱风沙区，也有不进行秋春耕，在前作的茬间开沟播种，积雪蓄墒是降雪较多地区增产的重要措施。

施肥　一般每生产100千克黍籽粒需吸收氮素1.8～3.0千克，磷0.5～1.4千克，钾1.2～3.5千克，比例约为1:0.5:1。中国黍产区多数土壤钾较丰富，主要施用氮肥和磷肥。科学**施肥**可提高降水资源的利用率，促进根系发育，在年降水为400毫米地区，结合施肥，每毫米降水可生产黍籽粒600～800克。某些土壤也可施入一些微量元素。施用硼、钼等在中国多数土壤上有增产效果。

播种　播种期因栽培地区而异，有春播、晚春播、夏初播和麦茬播多种类型。由于生育期短，营养生长期随播期延迟而缩短，所以播种是否及时，对生长发育和产量有很大影响。一年一熟最适播期的指标是：播深处土温稳定在12℃以上，土壤水分能保证出苗；孕穗、抽穗期雨季能到来；早霜时已经成熟。黍常因春旱不能正常播种，需根据墒情确定播期，根据播期选择品种。麦茬复种，要早播，甚至可以只灭草不耕翻

立即播种。播种量根据种子的千粒重、发芽率、田间出苗率和留苗密度而定。中国旱作区每公顷播种具有发芽能力的种子10～15千克(约150～225万粒)，干旱灌区15～22.5千克(约300万粒)，盐碱地上可以高达45千克左右。播深以5厘米为宜。当干土层较厚时，覆土深度可加深到7厘米左右，但需适当加大播种量。也可采用深播浅覆土播种法。在盐碱地上，深播法可避开0～5厘米的聚盐层。播后镇压是半干旱地区提高出苗率的有力措施。

密度 黍分蘖力强，自身调节群体的能力强，只要不成片缺苗，幼苗分布比较均匀，密度对中晚熟品种产量的影响是较小的。一般规律是降雨量少的地区，种植植株高大的品种，为了使植株生长强壮，提高抗旱能力，宜稀一点；降雨量比较多的地区，种植植株矮小的品种，需控制分蘖，让主茎整齐成穗，宜密一点。黍既可宽行距栽培，也可窄行距种植。行距最小的是苏联窄行机播，只有7.5厘米。行距最大的是中国东北地区的大垄栽培，行距60厘米左右。中国西北、华北地区一般采用20～30厘米行距，苏联一般采用45厘米行距或宽窄行带状形式。杂草较少、土壤水分条件较好的宜采用窄行距，反之宜采用宽行播或带状播。留苗密度变化幅度较大。间苗栽培的每公顷留苗45～60万株；密植栽培的旱地每公顷90～105万株，灌溉地150万株左右，麦茬复种的210万株左右，作饲草栽培的密度更高。若与箭筈豌豆混播，获得的饲草产量更高。

灌溉 ①播前灌溉：干旱灌区宜秋灌。秋灌与耕作保墒相结合，能保证次年适时春播。在干旱灌区还有另一种形式的播前灌溉：在较重的盐碱地上，5月中下旬浇深水洗盐。此时水温已升高，洗盐效果好。6月中下旬播种中早熟品种，能获得较好收成。苏联采用播前7～10天进行春灌，称为诱发灌溉，认为是防治迟萌发杂草不可代替的措施。②生育期灌溉：土壤含水量为最大田间持水量的50%时可作为进行灌溉的指标。在中国干旱灌区，旱年在分蘖盛期、孕穗初期、灌浆期各浇一水；湿润年在孕穗开花期浇一水，但避免幼苗期浇水。70年代以来，苏联提倡3～4叶期进行第一次灌溉，采用喷灌形式，可以促进次生根生长而增产。为了预防倒伏，一般应避免在乳熟期进行灌溉。

田间管理 ①防治病虫害：采用综合防治法，防治的重点是地下害虫和黑穗病，有的地区还应防治蛀茎害虫和花器害虫。②破表土硬壳：黍第一片真叶在接近地表时即突破芽鞘，若播后遇雨或其他原因表土形成硬壳时，黍芽往往不能出土。应及时采用耙耱等措施碎土以保证出苗整齐。③中耕灭草：机械化栽培需采用化学除草。黍对除莠剂的耐药性较强，目前常采用的除莠剂为2,4-D胺盐。人工除草，关键是第一次锄草，宜在4叶期进行。一般中耕除草2～3次。遇暴雨或冰雹后，为增加土壤的通气性和防止地面板结，应及时中耕松土。

收获 黍与其他谷类作物相比，适时收获更显重要。收获过晚，由于过度成熟，有的品种茎秆易折断，有的品种易落粒，且顶部饱满的籽粒损失最多。收获过早，降低千粒重，增加秕谷率。正常情况下，90%以上穗子基部籽粒达到蜡熟期为收获适期。落粒性强的品种还可适当提前。重霜冻前一定要收获完毕。最好的收获方法是分段收获法。当籽粒含水量降到14～15%时，要及时脱粒、扬净、干燥，以免黍堆发热受到损失。

(魏仰浩)

黍种质资源 (broom-corn millet germplasm resources)

包括黍的栽培种、近缘野生种和重要的育种材料。黍是一个古老的作物，据考古发现在中国的栽培历史至少已有七八千年。西汉古农书《广志》介绍的黍穄品种已有14个，说明早在2 000年前就有黍品种的文字记载了。黍在中国的分布也是极其广泛的。悠久的栽培历史，辽阔的国土，导致中国黍种质资源是丰富多彩的。苏联学者П. М.茹科夫斯基(Жуковский)也认为中国是世界黍多基因中心。黍的多样性还有它的生物学基础。黍的形态多种多样(见**黍品种分类**)，例如种子颜色多达十余种。其他性状，如生育期、千粒重、抗逆性，品种间差异悬殊。组成了众多的品种类群。

收集保存 中国有目的地收集地方品种是从20世纪40年代开始的，当时只限于少数几个育种单位。50年代起主产区各省、自治区先后开展了种质资源的收集整理工作。70年代末80年代初，在中国农业科学院作物品种资源研究所的统一领导下，进行了补充征集工作。据1983年的统计，征集到品种资源5 000余份。并从形态、产量性状、抗逆性、品质和生育期等方面进行了初步研究。经整理归并后，编入《中国黍稷(糜)品种资源目录》的品种4 203份。其中粳性品种2 216份，占52.7%；糯性品种1 987份，占47.3%。1988年又编辑了《中国黍稷(糜)品种资源目录续篇》，收入资源1 384份。保存上述种质资源的主要单位是中国农业科学院作物品种资源研究所。主产区内蒙古、陕西、山西、黑龙江、甘肃等省(自治区)有关农业科学研究所，保存本省(自治区)黍种质资源。

苏联是世界上黍播种面积最大的国家，对黍种质资源的收集较为重视，早在20世纪20年代就开展了这项工作。全苏瓦维洛夫作物栽培研究所先后收集了世界各国黍品种资源8 000余份，多数引自中国，苏联本国的品种主要是粳性类型。设在印度的国际半干旱热带地区作物研究所，收集到黍样本715份，其中印度地方品种163份。印度品种，无论是形态还是熟性，类型较多，但多为小粒粳性类型。日本是世界上除中国以外具有粳糯两类型的少数国家中的一个。以小粒类型

为主，在年降水量高达1 700毫米地区仍有黍的分布。日本国家农业科学研究所和京都大学植物种质研究所共保存黍83份。其他国家，如罗马尼亚、保加利亚、美国等，黍的种质资源较少。

研究利用　主要进行了三方面的工作：①对种质资源的农艺性状、经济性状、抗逆性进行鉴定和评价。②将优良的种质资源或直接用于生产或作为育种的原始材料。③研究了种质资源的生态型。

通过对黍种质资源的鉴定工作，中国筛选出一批具有优良性状的种质资源。如：适应性强的内黍2号，千粒重在9.5克左右的内蒙古伊选大红糜，皮壳率在8%以下的吉林糟皮黍，粗蛋白含量在15%以上的内蒙古赤峰黄黍和山西夏县糜。食用品质特好的有：糯性品种山西金软黍和辽糜56，黍糕的色、香、糯、筋都好；制做饭食的粳性品种内蒙古杭锦二黄糜，既软又筋，胀性适度；制做炒米的粳性品种内糜2号，色、香、味都佳，又耐水泡。适于制做小扫帚的山西、陕西、内蒙古的扫帚糜，穗分枝细长，富有弹性，脱粒时颖片易脱落，是适于制做小扫帚的优良原料。抗土壤干旱强的品种有伊选大红糜和陇糜1号。抗大气干旱强的品种有内蒙古巴盟13。中国抗落粒强的品种较多，山西和内蒙古曾用坠地法鉴定了1 558份材料，落粒率在5%以下的576份，占37%。高抗落粒的品种有伊选大红糜和甘肃皋兰紫秆大白糜等。分布在中国西北干旱灌区的品种耐盐性都较强，特别是内蒙古巴盟580等品种，在以硫酸盐、氯化物为主的盐碱地上，能耐0.5～0.7%的总盐量。高抗黑穗病的品种有内蒙古呼盟黑稷子、山西榆次圪尕红黍等。中国还有一类稀有品种，每小穗能结实两粒（见**双粒黍**）。苏联对收集到的品种资源从形态、生物学、经济性状、抗性等方面进行了研究。在此基础上筛选了各具特色的可作为优良种质资源的一系列品种。如：含粗蛋白17%的伊蒂什斯克（Итьшское）60；高色氨酸育种材料维尔（ВИР）K6361；高抗黑穗病材料沙拉托夫（Саратовское）2；高抗黑变病的K2534和K2259；抗细菌枯萎病的津努斯克（Зеннуское）10；优良的早熟和抗寒品种奥木斯克（Омское）9；高产的饲用品种黑粒1号；栽培面积最大、适应性强的品种是沙拉托夫（Саратовское）853。

50年代，中国的一些育种单位评选出一批优良的地方品种，直接用于生产。比较著名的品种有陕西延安专区的紫盖头软糜，榆林专区的靖边二红糜，甘肃的保安红糜和内蒙古伊克昭盟的二黄糜。60年代和70年代从优良的地方品种中通过系统选育育成一大批优良品种在生产上推广。其中种植面积在1.4万公顷以上的品种有宁夏的宁糜5号，内蒙古的巴盟13，内糜3号、4号，黑龙江省的年丰1号、2号，龙黍5号等。利用优良的种质资源进行有性杂交育成的主要品种有龙黍16、18和内糜2号。其中龙黍16推广面积6.6万公顷。

中国和苏联都研究了黍品种资源的生态型。中国的主要生态型有：①黄土高原生态型：以侧穗大粒中晚熟品种为主体，苗期抗土壤干旱能力强。②内蒙古高原生态型：以侧穗大粒为主体，生育期较短，耐旱性、耐瘠性强。③西北干旱灌区生态型：以散穗、大粒、多茸毛、粳性品种为主体，较抗高温和大气干旱，耐盐碱能力较强。④东北平原生态型：地方品种侧穗型占绝对优势，育成品种散穗型较多，以中小粒糯性类型为主体。⑤华北平原生态型：侧穗、中粒、糯性品种。熟性类型多种多样，但以复种的早熟品种为主体。⑥高寒地区生态型：分布在内蒙古和黑龙江省高寒地区。多数品种为周散穗和散穗型。最大特点是对温度要求低。⑦南方生态型：分布在长江以南各省（自治区），主要在山地和丘陵区栽培。以小粒或特小粒品种为主，多数是糯性类型，耐湿性强。在当地种植生育期短，引到北方栽培为晚熟、极晚熟品种。

苏联的主要生态型有：中亚山地型、中亚低地型、东亚型、布略特蒙古型、北方型、欧亚草原型、森林草原型等。

参考书目

王星玉、魏仰浩主编：《中国黍稷（糜）品种资源目录》，农村读物出版社，北京，1985。

（魏仰浩）

鼠害防治（rodents control）　**农作物**生产和产品贮放期间，预防和消灭害鼠的措施。根据害鼠的生物学特性、发生消长规律，采取相应的农业技术措施，用化学灭鼠药剂、保护利用有益的生物及各种物理办法，灭杀有害的鼠类，以利作物的正常生育和产品完好。

鼠类属于啮齿类动物，由于牙齿终年生长，有啮咬物品磨牙的习性，又是杂食性，所以农作物整个**生育期**间的根、茎、叶、花、果实、种子均能遭受鼠害，轻者影响作物正常生育和产品质量，重者造成缺苗断垄甚至毁种、颗粒不收。全世界每年生产的食物约有10～20%被鼠类食掉。中国每年因鼠害损失粮食近50亿千克，如果包括仓库、码头、副食品店等地鼠害，约损失150多亿千克。鼠类不仅为害**粮食作物**，而且也为害经济作物如**棉花**、**甘蔗**、西瓜、**向日葵**等也很严重。

由于鼠类食性的不同，为害方式也不同，如褐家鼠 *Rattus morvegicus* 是杂食动物，食谱广；星线姬鼠 *Apodemus agrarius*、长爪沙鼠 *Mericnes unguicuiatus* 喜吃植物的青嫩部分；黄鼠 *Citellus dauricus*、中华鼢鼠 *Myospalax foutauieri* 喜吃植物根或地下茎；小家鼠 *Mus musculus* 喜吃种子和果实；板齿鼠 *Bandicota neumorivage* 终年吃甘蔗苗亦吃**水稻**；黄胸鼠 *Rattus flavipectus* 喜吃水分多的谷物、油料作物、

瓜、果、葡萄、甘蔗、蔬菜等；黄毛鼠 *Rattus rottoides* 在农田播种后，盗食种子，造成大面积缺苗、断垄，作物成熟后盗食并搬运鼠洞内贮藏粮食；大仓鼠 *Cricetulus triton* 不仅吃种子和果实，食量大，也有贮粮习性，口腔中有颊囊，一次可含**玉米**或**大豆**粒80～150粒，花生米40多粒，含运到洞内贮存，洞内贮存约5千克，多者达10～15千克，最多达22千克。

由于绝大多数鼠类体形小，各处都有它们栖息的场所，可以避开天敌袭击，加之鼠类性成熟快，产仔多，繁殖力强，遇合适的生态条件，数量就可能在短期内迅速上升。因此必须采用综合措施治理鼠类的危害。

药物灭鼠　在害鼠发生面积广、密度大、危害重的情况下，化学药物灭鼠应作为综合治理中的主要措施之一。它适宜于大面积灭鼠，节省时间、效率较高、方法简便、费用较低。目前用于灭鼠药物种类很多，一般分为两大类，即速效灭鼠剂与缓效灭鼠剂。

常用的速效灭鼠剂有：磷化锌（Zinc phosphide）、毒鼠磷（Phosacetim）、灭鼠优（Pyrinuron）、灭鼠安、红海葱（Red squill）等。这些药剂的特点是作用快，鼠食后即可致死。但对人畜不安全，毒性较大，特别是使用磷化锌毒饵，鼠食一次后有拒食现象，所以投药时需考虑一次能达到致死的剂量。

常用的缓效灭鼠剂为抗凝血灭鼠剂（Anticoagulant rodenticides），如灭鼠灵（Warfarin）、敌鼠钠盐（Diphacin）、鼠得克（Difenacum）、大隆（Brodifacoun）、溴地隆（Bromadiolone）、杀鼠迷（Cumatetralyl）等，其特点是作用缓慢，需多次投毒饵，鼠无拒食现象，待毒物蓄积一定量后方可中毒致死，对人畜危害性较小。缺点是投毒饵所需人力、物力较多。

化学药物灭鼠除配制毒饵、毒粉、毒水、毒糊诱杀外，熏杀剂（Fumigants）灭鼠也在生产中应用。熏杀剂种类很多，常用的有磷化铝（Aluminium phosphide）、氯化苦（Chloropicrin）、溴甲烷（Methyl bromide）、一氧化碳烟炮等。

机械灭鼠　利用某些物理学的原理，制成灭鼠器械捕捉害鼠。这些器械大致可分为夹类、笼类、压板类、套类、水淹类、刺杀类。主要优点是杀灭率较高，适于室内和仓库内灭鼠及野外调查。但费工、成本较高，因此，不适于野外大面积灭鼠用。

生物灭鼠　利用一些食肉目的小兽或某些种类的鸟类、微生物（病菌）和外激素等，消灭或抑制鼠类数量的上升。特别是用小兽及鸟类作为天敌，一般没有副作用，防治鼠害的持续时间长，不仅节约了人力、物力，而且也有利于维持生态平衡。保护利用天敌，严禁乱捕猎和增加城乡绿化面积，为鼠类天敌提供更多的栖息环境是很必要的。在自然界，以鼠类为食的动物很多。哺乳类中有黄鼬、白鼬、伶鼬、香鼬、艾鼬、狐、石貂等；爬行类中有游蛙、蝮蛇、红点锦蛇、草原蝰等；鸟类中有雕、鹗、鸢、鹰等。这些天敌在具有一定数量的情况下，可以控制鼠类的数量。但鼠类的天敌只能暂时降低鼠的密度，不可能全部消灭害鼠。在自然状况下，鼠类密度决定天敌的密度。

生态灭鼠　不同生态条件下，害鼠的种群数量差异很大。如内蒙古自治区植被低矮、覆盖度小的干草原退化草场，适于布氏田鼠的栖息；原来黄兔尾鼠严重发生的新疆维吾尔自治区的青河、富蕴两县，1982年几乎绝迹，但在准噶尔盆地西部和西南部沙湾、马苏县却暴发成灾；安徽省20世纪50年代优势种为黑线仓鼠和大仓鼠，1982年调查，黑线姬鼠和褐家鼠占了主要地位。生态分布对啮齿动物的防治有重要意义，调查了解适于鼠类孳生的微小气候、环境、隐蔽条件和食物等因素，改变这些因素，使之不适于鼠类的生存，是最有效的防治措施之一。

部分害鼠有迁移的习性，分季节性迁移和长距离迁移。布氏田鼠和大沙鼠群集居在荒地田埂上越冬，春季繁殖时候都要分居而迁移；家栖鼠种在寒冷地区每年有季节性的迁移，春、夏季离开住宅、建筑物迁到附近的田野中，秋冬季节又回到住宅、建筑物中。栖息在洞庭湖洲滩的东方田鼠，每当6月份洞庭湖区涨水时期，随着水位升高，向高处湖堤或湖中高地迁移，当地根据这个习性在湖堤高地集中灭鼠。了解掌握啮齿类这种习性，是制定防治计划、确定毒饵或捕鼠器械投放地点、预测抗药性鼠种扩散的速度等的重要依据。

（赵桂芝）

数量遗传 (quantitative inheritance)

呈现连续**变异**具有明显数量或程度差异的性状**遗传**。

生物的变异可分为非连续变异和连续变异两类。呈现非连续变异的性状如**玉米**籽粒颜色、**豌豆**种子形状等，其个体间具有质的差异，容易区分为几种不同类型，叫做质量性状。呈现连续变异的性状个体间多为数量或程度差异，表现为由小到大、由低到高的渐变，很难划分出截然不同的类型，称为数量性状。这类性状的表现易受环境影响，一般不易进行简单归类，只能采用特定计量方法进行观察。

控制质量性状的**基因**一般为数不多而且表型效应大，称为主基因。数量性状通常涉及许多基因，每个基因的表型效应很小，单一位点不足以引起明显的表型差异，这类基因称为微效基因。许多微效基因共同作用影响数量性状的遗传变异，形成多基因体系。由于涉及到的基因数目多、效应微小，不能逐个追索其遗传行为，很难计数孟德尔式分离比例。同时，由于变异具有明显数量特征，其基本研究方法属于数理统计领域。不过，其他方面的研究方法也越来越多地渗入数量遗传领域。由于生物经济性状多为数量性状，掌

握数量遗传规律是改进育种进程、加速新品种选育与推广的关键环节。

一些经典研究，尤其是E．M．伊斯特（East）和H．尼尔森-埃尔（Nilsson-Ehle）等学者在小麦粒色、玉米穗长等方面的研究结果，揭示了有关变异的数量特点，并在有关研究的基础上，归纳出数量遗传的多因子假说。其基本要点是：①数量性状遗传受微效多基因控制；②这些基因的效应微小，其作用相似而且可以累加；③基因的表型效应易受环境影响；④每个基因的行为仍符合**孟德尔定律**。这一假说的提出奠定了数量遗传分析的基础。

有关数量性状的遗传现象，大体可概括为两个主要方面，它们各自构成一定育种方法的理论基础。其一是亲属间相似。通常，亲属关系越密切，相似程度越高。根据亲属相似，选择亲代群体内的优良个体进行繁殖，可以改进子代群体的平均表现。数量遗传研究的实际目的之一，就是探讨如何根据亲属相似预测选择效果，并对不同选择方法的效果加以比较，找出最佳选择方案。其二是交配效应的差异。不同交配方式会产生截然不同的结果。尤其明显的是近交衰退与杂种优势。近交会导致异花授粉植物群体性状的平均表现变劣，从而呈现育性或生活力的衰退；近交系或不同品系杂交，其后代平均表现会得到改善，尤其是育性或生活力有所提高，这就是杂种优势。

数量遗传研究的主要目的在于弄清群体遗传特征与基因有关特征的相关以及非遗传因素对表现型的作用，基本内容包括：群体内基因效应与变异分析，遗传力、选择效果与关系分析，交配效应与配合力分析以及基因型与环境关系等方面。此外，估算各类遗传参数试验设计与分析方法以及有关遗传参数在动植物育种中的实际意义等也属于数量遗传研究范围。

遗传变异　特定基因的平均效应是该基因在纯合与杂合两种状况下的平均表型效应。它既反映该基因的特征，也与该基因所在的群体有关。特定基因型内所含基因平均效应的总和称为该个体的育种值（A），也叫加性基因型值。位点内等位基因间的互作引起显性偏差（D）；位点间非等位基因间的互作则产生上位偏差（I）。基因型值（G）乃是上述三部分之和，即：$G=A+D+I$。再加上环境偏差（E），可得到表型值（P）的表达式：$P=G+E=A+D+I+E$。数量遗传研究中常以方差表示变异程度，假设V_P为表型方差，则：$V_P=V_G+V_E=V_A+V_D+V_I+V_E$。

选择效果　选择是改变群体遗传结构的有力措施，也是动植物育种的基本手段之一。选择引起的群体平均值变化叫作选择响应（R），其数值大小取决于**遗传力**（h^2）和选择差（s），即：$R=sh^2$；选择差是中选组群平均值（X_S）与原始群体平均值（M）之差，即：$S=\bar{X}_S-M$。根据上述关系可以预测不同选择方法的改良效果。

两个性状间的表型相关（r_P）是由**遗传相关**（r_A）或基因型相关（r_G）与环境相关（r_E）构成的，这种相关的分析可进一步阐明性状间关系的实质。通过对遗传相关的探讨，可引伸出相关的选择响应和指数选择等重要概念和方法。

交配效应　近交衰退与杂种优势是交配效应的不同表现形式，也是数量遗传研究的重要课题之一。交配方式、亲本数目及交配亲本配合力的不同，决定杂种后代的不同表现。尤其是配合力的差异对于杂交组合及其后代表现具有决定性作用。用聚类分析方法表示亲本间综合遗传差异大小的分析方法——遗传距离分析研究日益广泛。

交配设计　群体内个体间的亲属关系是遗传变异分析和遗传参数估算的基础。要想进行有效的分析、估算，必须创造个体间具有特定亲属关系的遗传材料，为此必须采用特定的交配设计。常用的交配设计大体可分两种类型，一类是以遗传变异分析为主要目的的NC交配设计；另一类是双列杂交，主要用于配合力分析，也可用于遗传变异分析。

NC交配设计即北卡罗莱纳交配设计，最先由美国R．E．康斯托克（Comstock）和H．F．罗宾森（Robinson）提出，包括三种不同的设计方案。NCⅠ设计：用m个父本分别与f个不同母本交配得到mf个组合。每个母本只交配一次，父本可多次交配，属于巢式（又称嵌套式）设计，多用于异花授粉植物。NCⅡ设计：用m个父本与f个母本彼此进行所有可能的单交，得到mf个组合。父母本都可多次交配，属于交叉式设计。NCⅡ设计较为均衡，既可用于遗传变异分析，又可用于估算配合力，广泛应用于各种授粉方式的植物遗传研究中。也叫作格子方交配设计或$p\times q$两组亲本交配设计等。NCⅢ设计：由双亲本杂交F_2群体内随机选取m个个体作父本与其双亲回交，得到$2m$个组合，可用于遗传变异分析。另外，通过扩展NCⅢ设计，还可检验上位效应是否存在。

双列杂交是用一套品种既作父本又作母本，彼此进行所有可能单交的一种交配方式。根据试验材料中是否包含亲本和反交组合，又可分成四种类型。双列杂交材料的数据分析有两种基本分析程序：Griffing分析程序主要用于配合力分析；Hayman程序主要用于遗传变异分析。双列杂交设计用于配合力分析的情况居多，广泛应用于各种植物遗传育种研究中。

基因型—环境互作　基因型与环境的关系是数量遗传研究的另一个重点，包括二者间的相关和互作两种不同的类型，以后者更具有普遍意义。基因型—环境互作研究包括通过多年多点试验估算互作方差成分和通过回归程序估算稳定性参数等方面。其中基因型稳定性分析是研究基因型—环境互作的重要途径。基

本方法是将一系列基因型(品种)种植于若干不同的环境中，并观察各基因型对不同环境条件的反应。若将特定环境中所有基因型的平均值作为其环境值，也叫环境指数(I_j)；每个品种又有其基因型值(G_i)，因此，基因型的稳定性就可用基因型值对环境指数的回归(b_{G_i})来衡量。b_{G_i} 的大小反映随着环境值变化一个单位，基因型值相应变化的数量。K. W. 芬莱(Finlay)和G. N. 维尔金森(Wilkinson)(1963)指出 $b \approx 1.0$ 的品种为平均稳定品种；$b > 1.0$的为敏感品种，它们在优良环境下表现好，而在不良条件下表现差；$b < 1.0$ 的是迟钝类型，它们对环境变化的反应不强烈。

S. A. 埃勃哈特(Eberhart)和W. L. 拉塞尔(Russell)(1966)提出用两个参数衡量基因型的稳定性，其回归模式是：

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$$

式中 Y_{ij}是品种i在环境j中的平均数，μ_i 是品种 i 在所有环境下的平均数，β_i是品种i对环境指数I_j的回归系数，δ_{ij} 是相应的回归离差。根据上面模式可求得衡量基因型稳定性的两个参数。其中回归系数b可以衡量品种对环境差异反应的敏感程度；非模式均方 S^2_{di} 则反映线性回归模式是否合适。如果$S^2_{di}=0$，则可根据b值判断基因型的稳定性。即$b_i > 1.0$的品种为敏感类型；$b_i = 1.0$的品种属于稳定类型，适应范围较广；$b_i < 1.0$的品种为迟钝类型。如果$S^2_{di} \neq 0$，则根据线性回归模式预测基因型在特定环境中表现的结果不理想。

上述分析对于基因型稳定性和品种适应性的研究、品种区划、新品种推广和繁育等方面都有重要意义。

参考书目

郭平仲编著:《数量遗传分析》，北京师范学院出版社，北京，1987。

Falconer, D. S., *Introduction to Quantitative Genetics*, 2nd ed. Longman, London and New York, 1981.

(郭平仲)

双季稻 (double cropping rice)

在同一块稻田里，一年中种植和收获两季水稻的一种稻作制度。按其栽培方式不同，又可分为双季连作稻、间作稻和混作稻等。双季稻在中国具有悠久的种植历史，最早见于公元前3世纪的《山海经》的记载。一般认为，古籍中常提到的"两熟稻"和"再熟稻"包括再生稻、混作稻、间作稻和连作稻等，反映了中国稻作制度的多样性。双季稻的出现对充分利用自然资源和劳力资源，增加粮食产量起了十分重要的作用。

(方宪章)

双交

见杂交方式。

双交种 (double cross)

由A、B、C和D四个血缘不同的玉米自交系先组成A×B和C×D两个单交组合，再把它们进行杂交而成的**杂交种**。可用(A×B)×(C×D)表示。

用两个不同**单交**来配制双交种，以解决生产用种子成本高的问题是美国D. F. 琼斯(Jones)于1918年最先提出的。从30年代初期开始，玉米**双交种**在美国农业生产上得到广泛应用。中国在50年代开始推广双交种，一般比当地优良的推广**品种**增产20%。

配制**玉米**双交种的程序比较复杂，需要设置七个隔离区，包括分别繁殖四个亲本自交系、配制两个**单交种**和一个**双交种**。由于双交种种子是单交植株上产生的，单交植株又能产生大量花粉，因此可以扩大双交制种区内母本行对父本行的比例，从而提高双交种的制种产量，降低种子的生产成本。

双交种的生长整齐度和产量都比单交种和**三交种**差。但双交种的遗传基础比较广泛，能够适应各种生态环境条件，产量相对稳定。

(程经有)

双粒黍 (twin-grained broom-corn millet)

黍的一个特殊类型。此类型每一小穗能够结籽两粒，并能将此特性遗传给后代。黍小穗在一般情况下只有第二小花发育正常，能够开花结实，所以每一小穗只能结籽一粒，此即单粒品种。在晚播、缩短光照等异常条件下，或者营养条件特别有利于小花形成时，单粒品种也有少数小穗结籽两粒或两粒以上的现象，但不能遗传。中国有一类品种，如内蒙古双粒糜、商都双仁黍、靖边双粒红糜等品种，在正常条件下每个小穗由三朵小花组成，第一小花仍为不育花，第二、三小花为完全花，在营养条件良好、授粉正常时每个小穗结籽两粒(见图)，所以称为双粒黍。它的植株形态与单粒品种相似，但现有双粒品种都是散穗形。籽粒形状与单粒品种稍有不同。由于一个小穗结籽两粒，两粒种子接触处近似平面。种子较小，千粒重只有同类型单粒品种的80%左右。出米率较低，一般在70%以下。米粒大小不一，碎米比重较大。现有的双粒品种都是单粒品种自然突变产物，经济性状并不突出。由于上述原因，双粒品种在生产上还未应用。但是，双粒品种单株结实粒数较多，潜在生产力较大，已引起某些育种者的重视。双粒与单粒一对性状中，双粒是隐性。通过有性杂交，在杂种后代容易选到多类型的双粒株系，并且双粒性状稳定。

中国还发现另一突变双粒型，称异双粒黍。只有



双 粒 黍

部分小穗结实两粒，并且是第一、二两花结实（见图）。由于没有第一小花外稃演变的第三颖片，双粒小穗只有一短一长两个颖片包着籽实，所以容易落粒。此类型在生产上虽无应用价值，但由于植物学界普遍认为黍类第一小花为不孕花，此类型异常，在学术上有研究价值。 （魏仰浩）

水稻 (rice) 世界上主要的粮食作物之一。禾本科稻属 *Oryza* L.，一年生草本植物。人类食用部分为颖果，俗称大米。中国稻作面积约占世界稻作总面积的1/4，占全国粮食播种面积的1/3，而产量则约为世界上稻谷总产量的37%，近全国粮食总产量的45%。在谷类作物中稻米所含有的粗纤维最少，各种营养成分的可消化率和吸收率均较高，是经济价值较高的粮食。

起源、演化与传播 **栽培稻起源于野生稻**。世界上栽培稻有两个种，即亚洲栽培稻，又称普通栽培稻 *Oryza sativa* L.和非洲栽培稻 *O. glaberrima* Steud.。前者普遍分布于全球各稻区，后者现仅在西非有少量栽培。亚洲栽培稻的祖先是广泛分布于东南亚的多年生宿根性的普通野生稻 *O. rufipogon* W. Griffith.，二者的染色体数均为 2n=24，同属AA染色体组，可以杂交结实。国内外文献关于亚洲栽培稻的起源地有种种说法。主张起源于印度的，有H. И. 瓦维洛夫、K. 雷米（Ramiah）及R. L. M. 戈斯（Ghose）、松尾孝岭等。主张起源于中国的有德堪多（de Condolle）、R. J. 罗舍维兹（Roschevicz）、T. K. 沃尔夫（Wolf）等。主张起源于沿喜马拉雅山南麓的印度萨姆邦，尼泊尔，缅甸北部，老挝和中国西南部的学者日益增多，有 I. H. 伯基尔（Burkill）、张德慈、渡部忠世等人。中川原捷洋还采用酯酶同功酶电泳分析法，研究各地区水稻品种同功酶的基因型，支持了上述观点。丁颖认为中国的普通栽培稻，是由中国的普通野生稻演化而来。从喜马拉雅山麓的栽培稻发源地向南传播，经马来半岛、加里曼丹、菲律宾等岛屿，演化为籼稻；北路进入中国黄河流域，演化为粳稻，约在公元前300年传到日本。中国是普通栽培稻种的起源地之一的依据有以下几点：首先是中国南方地处热带、亚热带，气候炎热，雨量充沛，在东起台湾省，西至云南省南部；南起海南省南端，北至北回归线以北的湖南、江西等省，均有普通野生稻的分布。其次在长江流域及其以南地区发现新石器时代遗址中有稻谷、稻米或茎叶遗存的有30余处。最早的是浙江余姚河姆渡遗址及浙江桐乡罗家角遗址，距今都在7 000年左右。比印度发现的炭化稻谷的年代早。另外，中国是籼、粳稻分化发源地之一，从云贵高原水稻的垂直分布，可明显看出籼、粳稻的演替现象。云南省海拔在1 750米以下为籼稻地带，1 750～2 000米之间为籼粳稻过渡地带，2 000米以上为粳稻地带。因此也有人认为栽培稻可能起源于中国的云南高原及其邻近地区。

关于亚洲栽培稻的分类，加藤茂苞（1928、1930）首先把它分为印度亚种 *O. sativa* L. ssp. *indica* Kato 和日本亚种 *O. sativa* ssp. *japonica* Kato。后来，松尾孝岭提出分布于印度尼西亚的布鲁稻（Bulu）另成一个爪哇亚种 ssp. *javanica*。但是张德慈仍承认两个亚种，并提出日本亚种应改为中国亚种 ssp. *sinica*。丁颖（1957）根据对中国栽培稻种的起源、演变和对古籍的研究，认定中国栽培稻应分为籼亚种 *O. sativa* L. ssp. *hsien* Ting 和粳亚种 *O. sativa* L. ssp. *keng* Ting，并根据品种的光湿反应、需水量以及胚乳淀粉特性等，在籼粳亚种下，分为早、晚，水、陆，粘（非糯）、糯等16个变种。

栽培史 中国水稻栽培历史悠久，在《管子》、《陆贾新语》等古籍中，均有约在公元前27世纪的神农时代播种“五谷”的记载，稻被列为五谷之一。《史记·夏本纪》关于“禹……令益予众庶稻，可种卑湿”的记载（见图1），表明公元前21世纪，中国人民就已经开始和自然作斗争，疏治“九河”，利用“卑湿”地带发展水稻。距今约4 200余年前，水稻栽培已从长江中下游推进到黄河中游。到了战国时期，由于铁制农具和犁的应用，开始走向精耕细作，同时为发展水稻兴修了大型水利工程，如河北漳水渠（公元前445～前396年）、四川都江堰（公元前256年）、陕西郑国渠（公元前246年）等。西汉时四川首先出现了梯田。6世纪30年代，北魏贾思勰的《齐民要术》曾专述了水、旱稻栽培技术。晋《广志》中并有在稻田发展绿肥，增加有机肥源，培肥地力的记载。反映了当时的种稻技术已有一定水平。魏晋南北朝以后，中国经济重心逐渐南移，唐宋六百多

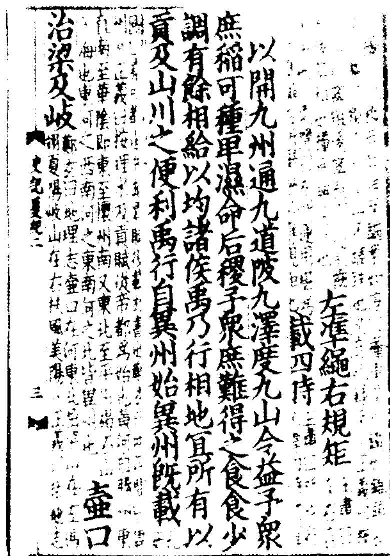

左準繩右規矩
載四時
以開九州通九道陂九澤度九山令益予衆
庶稻可種卑溼命后稷予衆庶難得之食食少
調有餘相給以均諸侯禹乃行相地宜所有以
貢及山川之便利禹行自冀州始冀州既載
壺口
治梁及岐

图 1 《史记·夏本纪》中有关稻的记载

年间，江南成为全国水稻生产中心地区，太湖流域为稻米生产基地，京畿军民所需大米全靠江南漕运。当时由于重视水利兴建、江湖海涂围垦造田、农具改进、土壤培肥、稻麦两熟和品种更新等，江南稻区已初步形成了较为完整的耕作栽培体系。中国稻种资源丰富，到明末清初《直省志书》中所录16个省223个府州县的水稻品种数达3 400多个。另外在育秧、水肥管理等方面也都有了新的进展。1949年中华人民共和国建立以来，在继承和发展过去精耕细作的优良传统的基础上，运用现代农业科学技术，使稻作生产获得了很大的发展。至1984年全国水稻栽插面积达3 317.8万公顷，平均每公顷产量为5 370.0千克，稻谷总产量达到17 825.5万吨，分别比1949年增加约29%、170%和266%(见表)。

分布　全世界稻谷收获面积约1.45亿公顷，各大洲都有稻的栽培，以亚洲为最多，占总面积的90%以上。主要分布于东南部的热带、亚热带季风气候区域。据1984年统计，中国水稻种植面积3 317.8万公顷，印度4 280万公顷，孟加拉国1 050万公顷，印度尼西亚970万公顷，泰国970万公顷。以上亚洲5大产稻国，占世界稻谷收获面积的70%以上。此外，美洲约占4%，非洲约占3%，欧洲与大洋洲各占1%以下。在各种不同的气候和土壤条件下，稻的栽培因地而异。其中有灌溉水源的计7 700万公顷，望天田(雨养田)3 300万公顷，旱地1 900万公顷，海涂湿地500万公顷。

中国稻区辽阔，南自海南省，北至黑龙江省北部，东至台湾省，西达新疆维吾尔自治区；低如东南沿海的潮田，高至西南云贵高原海拔2 000多米的山区，都有栽培。但主要稻区分布于秦岭淮河一线以南，并以栽培籼稻为主，而在此线以北则以粳稻为主。在此线以南，太湖流域多种粳稻，云贵高原海拔较高之处亦种粳稻。台湾省籼、粳稻约各占一半。糯稻各地都有，有粳糯(又名大糯)与籼糯(又名小糯)之别，而以粳糯为主。自长江流域双季连作稻兴起之后，多以早籼与晚粳搭配，所以粳稻在长江流域各地有所增加。按省统计，除青海省外，其余各省均有水稻栽培。其中，种植面积在400万公顷以上的有湖南和广东两省，330万公顷以上的有四川和江西两省，250万公顷以上的有广西壮族自治区、湖北和江苏省，200万公顷以上的有浙江、安徽两省，150万公顷以上的有福建省。

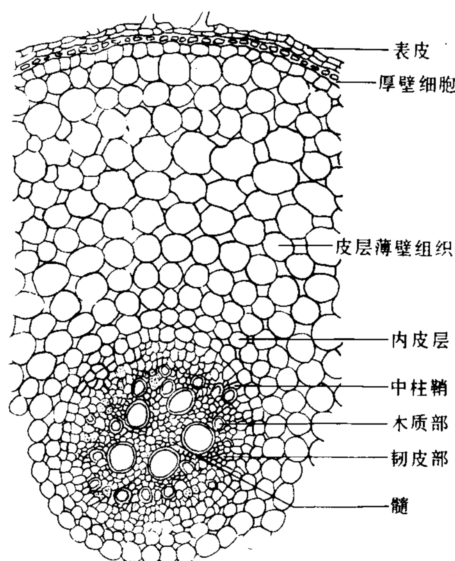
形态特征

根　属于须根系，有种根和不定根之别。种根又称初生根，只有一条，由胚根直接发育而成，在幼苗期营吸收作用，以后枯死。不定根又称永久根，由茎基部的茎节上生出，其上再发生支根。陆稻、旱播稻湿润管理时，嫩根伸长区之上表皮细胞外壁延伸出多量根毛，但在水层中生长的水稻不长根毛或根毛极少。根的顶端有生长点，外有帽状根冠保护。根的数量、长度、分布、伸展角度等因环境条件而有变化。根的横剖面由中柱、皮层和表皮等三部分构成(见图2)，中柱内有木质部的大导管十余个成辐射状排列，韧皮部与后生木质部相间排列。皮层细胞由内向外逐渐变大，呈放射状排列，成熟部位皮层细胞收缩，细胞间隙扩大呈空洞，形成裂生通气组织，以进行气体的输送。

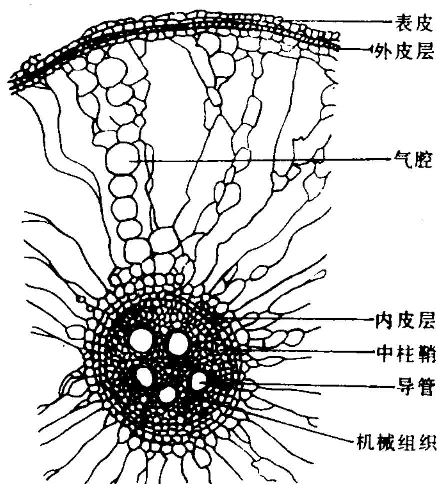
茎　一般呈圆筒形，中空，茎上有节。叶着生在节上，上下两节之间称节间。茎基部有7～13个节间不伸长，称为蘖节；茎的上部有4～7个明显伸长的节间，形成茎秆。一般生育期长的品种茎节数和伸长节间数较多，生育期短的品种较少。节表面隆起，内部充实，

1949～1986年中国稻作面积与产量

年　份	面积(kha)	单产(kg/ha)	总产(kt)
1949	25 709	1 980.0	48 645
1950	26 419	2 107.5	55 100
1951	26 933	2 250.0	60 555
1952	28 382	2 415.0	68 425
1953	28 321	2 520.0	71 270
1954	28 722	2 467.5	70 850
1955	29 173	2 677.5	78 125
1956	33 312	2 475.0	82 482
1957	32 241	2 692.5	86 775
1958	31 915	2 535.5	80 850
1959	29 034	2 392.5	69 365
1960	29 607	2 017.5	59 730
1961	26 276	2 040.0	53 640
1962	26 935	2 340.0	62 985
1963	27 715	2 662.5	73 765
1964	29 607	2 805.0	83 000
1965	29 825	2 940.0	87 720
1966	30 529	3 127.5	95 390
1967	30 436	3 075.0	93 685
1968	29 894	3 165.0	94 530
1969	30 432	3 112.5	95 065
1970	32 358	3 397.5	109 990
1971	34 918	3 300.0	115 205
1972	35 143	3 225.0	113 355
1973	35 090	3 472.5	121 735
1974	35 512	3 487.5	123 905
1975	35 729	3 517.5	125 560
1976	36 217	3 472.5	125 805
1977	35 526	3 622.5	128 565
1978	34 421	3 975.0	136 930
1979	33 873	4 245.0	143 750
1980	33 879	4 132.5	139 910
1981	33 295	4 320.0	143 955
1982	33 056	4 875.0	161 245
1983	33 136	5 092.5	168 865
1984	33 178	5 370.0	178 255
1985	32 010	5 250.0	168 569
1986	32 266	5 340.0	172 224



（a）水稻幼根的横切面



（b）水稻老根的横切面

图 2 稻根的构造

外层是表皮，细胞壁很厚，节组织中的厚壁细胞充满原生质，生活力旺盛，比其他部分含有较多的糖分、淀粉等。节的髓部与其上下节中心腔分界处具有肥厚细胞壁的石细胞层，称横隔壁，将两个中心腔隔开。叶、分蘖及根的输导组织都在茎内汇合，因此节内维管束的配置比较复杂。节间的横剖面可分为表皮、下皮、薄壁组织、维管束和机械组织各部分。内部有中心腔，外部有纵沟，每个节间下部幼嫩部分有分生组织，称居间分生组织，由叶鞘保护。茎节是稻株体内输气系统的枢纽，各方面的通气组织在此相互联通，节部通气组织还与根的皮层细胞相连，所以这种从叶片到根系间以茎节部通气组织为枢纽的完善的输气系统是旱生禾谷类作物所没有的。

叶 互生于茎的两侧，为1/2叶序。主茎叶数与茎节数一致，其数目多少与品种、生育期有直接关系。早熟品种约有 9 ～13片叶；中熟品种约有14～16片叶；晚熟品种的叶数在16片以上。稻叶可分为叶鞘和叶片两部分，在其交界处有叶枕、叶耳和叶舌。发芽时最先出现的为芽鞘，其次在茎基上长出一片不完全叶，没有叶片，呈筒状，以下顺次长出有叶鞘和叶片的完全叶。叶鞘分表皮、薄壁组织、维管束和机械组织等部分（见图3）。整个叶鞘卷抱在茎的周围，在鞘的两缘重

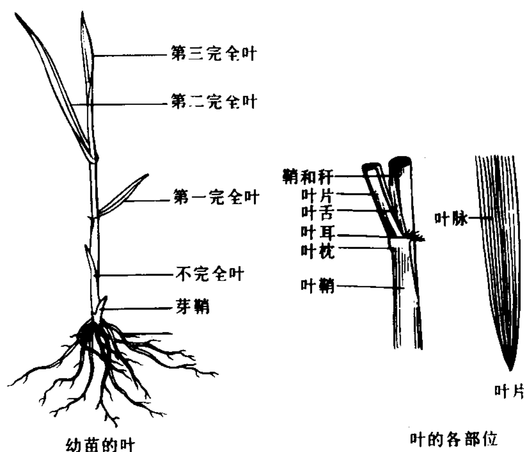


图 3 水稻的叶

合部分为膜状，鞘呈绿色或红、紫色，也能营光合作用。叶舌为膜状，无色。叶耳较小由较肥厚的薄壁细胞组成，边缘有茸毛，在叶鞘上端环抱茎秆，叶枕与叶片主脉连接成三角形。叶片上有平行的叶脉，剖面分表皮、薄壁组织、机械组织和大小维管束等部分，表皮有表皮细胞、茸毛、气孔和泡状细胞。气孔排列整齐，茎秆上部的叶气孔较多，同一叶中亦以先端较多，表面比背面多。叶肉细胞中含很多叶绿体，光合作用在叶绿体内进行。叶片的长短、大小、弯直和叶色浓淡，都因品种类型、环境条件和栽培措施而不同。



图 4 穗的形态

穗 为复总状花序，由穗轴（主梗）、一次枝梗、二

次枝梗(间或有三次枝梗)、小穗梗和小穗组成(见图4)。穗轴上一般有8～15个穗节,穗颈节为最下1个穗节。每个穗节上着生1个枝梗。每个枝梗上着生若干个小穗梗，小穗梗末端着生1个小穗，即颖花。小穗基部有两个颖片，退化呈两个小突起，称副护颖。每个小穗有3朵小花，只有上部1朵小花发育正常，下部两朵小花退化，各剩1个颖片，称为护颖。水稻颖花包括内外颖各1个,雄蕊6枚，浆片2枚和雌蕊1枚。雄蕊有花丝和花药两部分，雌蕊由二裂的帚状柱头、花柱和子房组成(见图5)。

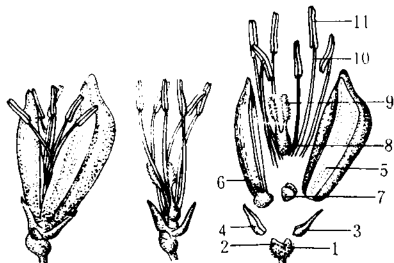


图5 颖花的构造

1. 第一副护颖 2. 第二副护颖 3. 第一护颖 4. 第二护颖 5. 外颖 6. 内颖 7. 浆片 8. 子房 9. 柱头 10. 花丝 11. 花药

谷粒和米粒 颖花受精结实成谷粒。谷粒一般内部含1粒糙米，即颖果。复粒品种含2～3粒甚至更多。糙米外部有内外颖包被的谷壳，其边缘互相钩合，钩合的缝线在扁形稻粒的中间而不在两边，此为稻属的分类特征(见图6)。颖色因品种而异，一般为秆黄色，也有黄、棕、褐、红、紫、条斑等色，颖的顶端为颖尖，有秆黄、黄、褐、淡黑褐、紫黑褐等色，为品种重要特征。颖的表面有钩状或针状茸毛。米粒与谷粒形状近似，有椭圆形、阔卵形、短圆形、直背形、新月形等。米色有白、乳白、红、紫等色。米粒构造分果皮、种皮、糊粉层、胚乳和胚等部分。米的色素在种皮内。胚乳在种皮之内，占米粒最大部分，由含淀粉的细胞组织构成。胚由卵细胞的卵核同精子受精后发育而成，为新的有机体的原始体，由胚轴、盾片、胚芽、胚芽鞘、胚根等组成(见图7)。

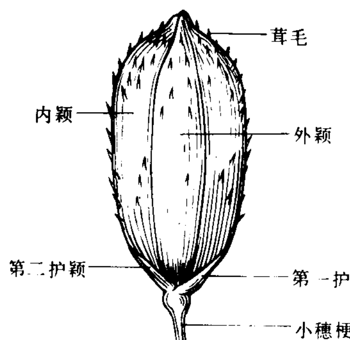


图6 谷粒外形

生长发育及其对环境条件的要求 稻从种子萌发到新种子形成的整个一生可分为两个生育时期和四个生育阶段。幼苗阶段和分蘖阶段，是根、茎、叶、分蘖节等营养器官的生长时期,合称为营养生长期;长穗阶段和结实阶段，除营养器官继续生长外,主要是穗、花、谷粒等生殖器官的生长发育时期，合称为生殖生长期。一般水稻由营养生长转入生殖生长有三种不同的类型，早稻在拔节前分蘖尚未停止时，幼穗便开始分化，称为重叠生育型;中稻在拔节的同时，分蘖停止，幼穗也开始分化，称为衔接生育型;晚稻是在拔节后分蘖已停止若干天之后，才开始幼穗分化，称为分离生育型。

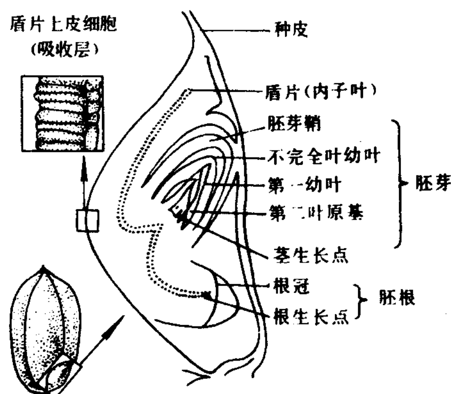


图7 胚的构造示意

幼苗阶段 稻种萌发时，盾片膨大，胚乳中的淀粉、蛋白质等由于酶的作用而分解为糖类和氨基酸等可溶性物质，通过上皮层，进入胚部，于是胚中各部分细胞分裂增殖和伸长，使种根、胚轴、芽鞘破颖而出。一般在不淹水的湿润条件下，幼根先出，幼芽后出。幼芽最先出现的是不含叶绿素的芽鞘，从芽鞘内长出的第一叶是没有叶片的不完全叶，以后长出的才是具有叶片与叶鞘的完全叶。当第一片完全叶生长时，在芽鞘节上开始长出最初的不定根，一般有5条。第三片完全叶露尖时，则又在不完全叶节上长出新的不定根。以后则每抽出一叶，在其下第三节位上发出一批新根。因此叶与根的生长为n－3的同伸关系。随着叶片生长数的增加，发根节位依次上移，发根数量相应增加。稻根生长的好坏，对稻的生长有很大影响，根强则苗壮。到第三片完全叶长成时，胚乳中的养分消耗将尽，此后主要靠根系从土壤中直接吸收养分，至此幼苗阶段结束。

具有发芽能力的稻种，其吸水量达到种子重量的25～30%时才能发芽。发芽的最低温度为10～12℃;最适温度28～32℃;最高不超过40℃。氧气也是发芽必不可少的条件，只有当种子进行有氧呼吸时，才有新细胞的形成和新器官的分化，而在无氧条件下则仅有细胞的伸长。所以,稻种催芽前必须使种子充分吸水，催芽中除保持适当温度，防止高温伤芽外，还应适当翻动种子，改善供氧条件,方能使种子发芽快而整齐。

水稻幼苗生长的适宜温度为26～32℃，当温度低于12（粳稻）～14℃（籼稻），幼根和幼芽均停止生长，甚至死亡。尽管发芽的稻种具有强烈的酒精发酵的酶系统，可以忍受一定的缺氧条件，但长期淹水，土壤缺氧时，胚乳中贮藏物质的转化速度随氧分下降而减缓，芽鞘伸长快，胚根生长慢，常常出现倒苗现象。同时，水稻幼苗期的营养虽然大部分靠胚乳供给，但如光照和土壤养分充足，仍有助于培育壮秧，增强幼苗抗逆能力。

分蘖阶段　从幼苗的第4完全叶起到稻穗开始分化，为分蘖阶段，同时大部分的叶片和根系也都在这一期间形成。

水稻茎秆上的每一个叶节都有一个腋芽能生长成分蘖。凡直接从主茎上发生的分蘖称一次分蘖。由一次分蘖茎上发生的分蘖称二次分蘖，依此类推。一般最早发生分蘖的时间在第4片完全叶出现时，到了幼穗分化以后，就很少发生分蘖。主茎上新叶的出现与分蘖的发生也有n－3的同步规律，而且其后再发生的分蘖总是发生在这个分蘖之上，而不会是在它的下面。分蘖基部的根常在分蘖生长第3片叶时开始发生，所以分蘖必须具有4片以上的叶子，方能独立地吸收养分和水分而成为可以出穗结实的有效分蘖。3叶以下的弱小分蘖常因养分不足而萎缩枯黄成为无效分蘖。一般分蘖发生愈早，分蘖节位愈低，成为有效分蘖的可能性也愈大。

分蘖发生的早迟和多少，与品种特性与环境条件密切相关。一般生育期较长的晚熟品种比生育期较短的早熟品种分蘖力强；茎细、穗小的品种比茎粗、穗大的品种分蘖力强。分蘖要求的最低气温为15～16℃，在20℃以上时分蘖发生迅速，28～32℃对分蘖最为有利。分蘖的速度与数量随光照强度的减弱而显著变慢和减少，当光强减至自然光强的5%以下时，即停止分蘖。提高氮素营养水平有利于分蘖的发生，当功能叶含氮率达3%时分蘖开始发生，达到4～4.5%时分蘖发生迅速，降至2.5%以下时分蘖即行停止。稻田土壤含水饱和至淹灌浅水层对分蘖有利，当耕层土壤含水量降至田间持水量的80%以下，或者淹灌水层超过8厘米以上时，均会抑制水稻分蘖的发生。

长穗阶段　水稻经过一定的营养生长，在完成光周期效应的基础上，茎秆顶端的生长点开始分化，到稻穗的花器发育完成而出穗时，这一全过程称为长穗阶段，一般约经历25～35天左右。丁颖将整个稻穗发育划分为：第一苞分化期、第一次枝梗原基分化期、第二次枝梗原基及颖花原基分化期、雌雄蕊形成期、花粉母细胞形成期、花粉母细胞减数分裂期、花粉内容充实期及花粉完成期等8个时期。也有人提出简化为：枝梗分化期、小穗分化期、减数分裂期和花粉粒形成期等4个时期。稻穗各个发育时期不仅具有自身固有的形态特征，而且也存在着同其他器官生长的相关性，一般可根据稻穗发育与叶龄指数、叶龄余数、叶枕距、出穗期、幼穗长度等的相关关系，作为推断稻穗发育进程，决定田间管理措施的依据。

此阶段一般要求日平均气温在20℃以上，气温低于17℃时明显影响幼穗发育，特别是在花粉母细胞减数分裂期对低温的反应尤为敏感，低温常使花药内毡绒层细胞发生畸形肥大和提早自溶，而终断或减少向花粉传送养分物质的通道，从而抑制花粉粒的发育和充实，降低花粉发芽力。稻穗发育过程中，对肥、水均有较高的需求，一般氮素吸收量占总量的50%左右，需水量约占总需水量的40%。因此，良好的肥、水供应，是提高分蘖成穗率，培育壮秆大穗的物质基础。光照不良也影响性细胞的形成，可使每穗粒数减少，所以，过度密植，氮肥过多，都能造成田间郁闭，对稻穗发育和以后的灌浆结实均为不利。

结实阶段　包括出穗、开花、受精和结实全过程。花粉粒充实成熟后2～3天稻穗即伸出剑叶的叶鞘，通常全穗出齐约需3～5天，始穗至齐穗约需5～8天。在正常情况下，稻穗抽出后当天或1～2天即陆续开花。开花时，浆片迅速吸水膨大，将外颖推开。由始开至全开约需10～20分钟。此时花丝伸长外露，花药即行裂开散粉。不久，花丝凋萎，花药逐渐下垂，内外颖闭合，花药残留在闭合的颖外，凋萎枯死。开花的全过程，历时约1～2.5小时。稻在开颖前后进行自花授粉，在自然条件下异花授粉率极低。花粉落在柱头的棘状细胞上2～3分钟，便可开始发芽，接着花粉管伸进柱头内，约经9～12小时后开始受精，以后子房逐渐膨大。开花后6～7天，米粒即可达最大长度，8～10天后达最大宽度。此时子房内充满白色乳状物质，称为乳熟期；开花16～18天后，米粒的外形已基本定型，胚乳中的淀粉增加，且渐趋硬化，是为蜡熟期；以后，米粒水分继续减少，直至坚硬，称完熟期。

出穗开花期适宜的温度条件为25～35℃，在日平均气温低于20～23℃或绝对温度超过35℃以上时，均会影响花粉生活力和花粉管的萌发和伸长，使不孕颖花率增加。灌浆结实期15℃以下的低温，会降低籽粒灌浆速度；超过35℃的高温，又会造成高温逼熟，均不利于结实。水稻在出穗后，除根系尚能在近地表的不定根上继续发生大量的分枝根即“表根”外，茎、叶等营养器官的生长在外观上都已定型，在内部则仍在进行着一系列的生理生化活动。籽粒中累积的干物质有2/3以上是由出穗后的叶片进行光合作用直接提供的，其余由出穗前蓄积在茎、鞘中的贮藏物质转运而来。这一阶段仍然需要一定数量的水分和矿质营养。所以，凡是能增强根系活力、延长茎叶寿命、提高叶片光合能力、促进物质向穗部转运的因素，都有利于增加稻谷产量。收获的适期以蜡熟后、完熟前为宜。即

茎秆半带黄色，穗全部呈黄色，谷粒全失青色并已变硬。宜在晴天及时收获。

贮藏、加工和综合利用　稻谷安全贮藏的重要条件是使其含水量由收获时的24～26%，经过干燥处理，降低到12～14%，并使空气的相对湿度达50～75%，以适于长期贮藏，否则谷堆容易发热而霉坏变质。

稻谷干燥处理分为天然干燥和人工干燥两种。天然干燥是将稻谷摊于晒场上在阳光下翻晒2～4天，使其含水量降到14%以下，然后入仓贮藏。阴晒可以减少稻米胴裂（或称爆腰、断痕），碾米后碎米率较低，所以又比烈日曝晒为优。但在有些地区，收获时正值雨季，为了避免稻谷发芽或发霉，必须利用人工干燥。

稻的贮藏分贮谷和贮米两种，中国以贮谷为主。贮谷因有谷壳保护，米的食味较易保持，且较耐贮藏，但贮藏的体积较大。如贮藏条件好，贮谷或贮米没有米质上的差异。不论贮谷或贮米，仓库必需具备：①高燥不易受潮；②阴蔽低温，不发热；③空气流通；④结构坚固严密，以防鼠害。

由稻谷制成白米（或称精米），需经一定的加工过程。在工业发达国家或地区，多采用联合碾米机，将稻谷的调制和精碾设备组配于一个加工厂，进行流水作业，一次完成。其主要工序为：①清洁稻谷，主要部件是清选机，把稻谷中夹杂的茎叶、砂石、泥块及其他杂物，经过各种清洗过程，清除干净；②脱壳，主要部件是脱壳机，将稻谷的颖壳磨去，与糙米分开；③碾制成半糙米，用碾米机磨掉米的外皮；④用刷光机磨擦一部分米的内皮，使半糙米变成全白米。此种碾米程序不但使米精白，糠皮完全脱光，而且米粒白净完整，碎米甚少，在分级上为上等米。如其他条件合格（如垩白少，米色、光泽、食味均好），便可投入市场。

不同地区根据消费者的生活习惯或为了增加营养，也有采用特殊的加工方法，生产特种米。特种米的种类很多，如蒸谷米又名改造米（见蒸谷米）。胚白米又名胚芽米，用特种碾米机碾制，可保留80%的胚芽，以提高米的维生素含量。但煮饭时要注意轻洗，以免胚芽大量脱落。加料米（enriched rice），即将精米浸于饱含维生素B_1和烟草酸的混合溶液中，使之充分吸收，然后烘干，再在米粒外表涂上一层胶质薄膜，以增加饭的营养成分。

稻作的主要产品是米，但有约1/2的副产品还可加以利用，甚至其经济价值还很高，这就是稻的综合利用。

米　稻米以食品为主要用途。亚洲人以米为主食，用量约占稻米总生产量的86%。米的食用方式因地区习惯、季节而不同。中国南方喜食籼米，饭的质地松散；北方人喜食质地较粘的粳米饭。有的民族有以糯米为主食的习惯，但属少数，一般糯米多用于制做糕点或酿酒。中国云南省有的民族喜食"软米"。也有人喜欢煮饭时加少量香米，以增加特殊的香味。有些人喜欢在米饭或粥中加蔬菜、肉、鱼、蛋等，煮成菜饭或菜粥为主食。为了发展快餐，各国也生产各种方便米饭。



图 8　加料米制成的快餐米饭

米制的糕点种类很多，不同国家各有其特色。中国米制糕点有年糕、粳米糕、发糕、蒸糕、打糕等。用苇子叶或箬竹叶包成的粽子，在中国各地十分普遍。米磨成粉后，可制成粉条、汤圆（或称元宵）、煎饼。将米加压烘烤可制成膨化食品，如爆米花和米花糖等。用米粉经特殊调制成各种形式的米饼干以及婴儿食品等，亦常见于各国食品市场。

精米的淀粉含量占干物重的90%，糖分占0.37～0.53%。经过发酵，便能制成各种发酵产物，其中大量生产的有米酒（如中国有名的绍兴酒）和米醋。其他如红糟、白糟、甜酒，也都是重要的食品或调味品。

种子　主要用于稻作再生产，约占全部稻谷产量的1～2%。

稿秆（稻草）　农业上用量最大的为牛的冬季饲料、积肥原料和编织草绳、草袋、草鞋等，其次如用于农村建筑、牲畜垫圈及保暖防寒材料。工业用途主要为造纸和制造纤维等的工业原料。

稻壳（砻糠）　稻壳及其衍生物用途甚为广泛。农业方面用作堆肥原料和改良土壤，农村建筑用材料以及保暖防寒和覆盖填充材料；砻糠灰可作吸收剂；稻壳还是制烧酒的原料。在制药工业中，稻壳可用于生产活性炭，充作各种维生素、生物制剂、触媒、医用毒品等的载体，其水解产物可培养微生物。用20～30%石灰与稻壳灰一起可制成水泥。稻壳是很好的糠醛原料，其衍生物硅酸盐用于橡胶工业。稻壳炭用于净化水质。碾米厂生产的大量谷壳，含有40%纤维素，30%木质素，20%灰分。当这些有机物燃烧时释放出热能（约3 200千卡/千克）可作工厂的动力。

米糠和糠油　米糠的用途也很多。食品业方面，因其含有丰富的营养物质，可用于调制上等食料和调料如味精、酱油等；加入面粉可制成各种食物。制药业方面，米糠中富含维生素B_1，为治疗脚气病的特效药，还可提取维生素B_2、维生素B_6、维生素E等。

米糠的糠油含量约为15～25%，其用途分为工业

原料和食料两方面。前者为石碱、化妆品、火药、纤维及肥皂的原料；后者因其风味佳良，容易消化，特适于老年人、儿童及病人食用。

国际贸易　据1982年中国农业年鉴记载，1980年世界稻米出口总量约为1 271万吨，进口总量约为1 301万吨。主要出口国有美国、日本、澳大利亚、印度等，主要进口国有苏联、法国、英国、联邦德国、加拿大、罗马尼亚、南斯拉夫等。中国稻米以自给为主，大米出口量每年不到100万吨，其中约1/5为粳米。

参考书目

丁颖主编：《中国水稻栽培学》，农业出版社，北京，1961。

中国农业科学院主编：《中国稻作学》，农业出版社，北京，1986。

（杨守仁）

水稻矮化育种 (rice breeding for semi-dwarfnese)　以降低秆高、改善株型为主要目标的水稻高产新品种选育工作。自20世纪50年代起，中国的水稻品种改良事业进入了矮化育种的新时期，是世界上选育和推广矮秆稻种最早的国家。1956年广东省潮阳县农民洪春利、洪群英在早籼高秆品种南特16号大田中选得矮秆的自然变异株，并迅速育成中国的第一个用于大面积生产的早籼矮秆良种——矮脚南特。与此同时，通过杂交方法以选育矮秆稻种的研究也在中国兴起，如华南农业科学研究所（现广东省农业科学院）黄耀祥等于1956年发掘和利用矮秆稻种资源矮仔占4号与高秆品种广场13号杂交，1959年育成广场矮，并迅即试种推广；台湾省台中区农业改良场1949年利用矮秆地方种矮脚仔与高秆品种莱园种杂交，于1956年育成台中本地1号，到60年代初投入区域试验和生产示范，并逐步引种到南亚和东南亚等地。至于国际水稻研究所育成的第一个矮秆良种IR8，则是利用原产中国的矮秆地方种低脚乌尖与印度尼西亚的高秆品种皮泰杂交，于1966年育成定名的。

进入60年代后，中国南方各省普遍开展了籼稻矮化育种研究，育成了一大批不同生育期的高产稳产品种。其中年推广面积曾达65万公顷以上的矮秆良种有：早籼珍珠矮、广陆矮4号、矮南早1号、先锋1号、广解9号、圭陆矮、中籼南京11以及晚籼包胎矮等，使南方稻区矮秆良种的种植面积达到1 000万公顷以上。这批以矮秆、多穗、同化效率高为主要特征的良种，代替了原有的高秆品种，从而基本上解决了当时水稻生产中由于密植、增肥和台风为害所引起的倒伏减产问题。据大面积生产统计，矮秆良种的产量一般可比高秆品种增加30～40％左右，使中国的籼稻平均每公顷产量由50年代的约3.0～3.5吨提高到约4.5～5.0吨。

其后，随着籼型矮秆品种的普及，矮化育种进一步深入发展，育成了一批各具特色的推广良种，如生育期短、日产量高的二九青、原丰早，抗稻瘟病的湘矮早九号和窄叶青，抗白叶枯病的青华矮，株型呈丛生，生长快、增产潜力大的桂朝2号、双桂1号等，实现了矮秆籼稻的更新换代。同时，利用籼稻矮源，通过籼粳杂交育成了一批矮秆粳稻新品种，如矮粳23、南粳35、鄂晚5号和辽粳5号等。

中国水稻研究所曾以矮秆早籼品种广陆矮4号及其高秆亲本陆财号为试验材料，对比分析了两者的性状差异，结果证明矮秆品种较之高秆品种具有如下优点：①植株矮，有效穗数多，谷草比大，产量高；②根系活力强，抗拉力大，伤流量大；③基部节间短，上位节间被叶鞘紧包，生育后期茎鞘含钾量高，抗倒抗折力强；④叶身短而厚，开张角小，在齐穗期和成熟期仍能保持较大的叶面积系数；⑤叶片含氮量高，营养生长期间的茎鞘总糖积累量大，且后期转向籽粒的比例也大。

水稻的矮化是由矮生或半矮生基因所控制的，当然也时有修饰因子的作用。据研究报道，水稻染色体上能发生矮秆隐性突变的基因位点有数十个之多，但究其实用价值，现阶段仅主要有sd_1半矮生基因被成功地应用于矮化育种，取得显著成效。矮仔占、矮脚仔、低脚乌尖、矮脚南特及其衍生品种，所具有的单一隐性半矮生基因都是sd_1。美国通过γ射线处理高秆品种Calrose而育成并于1976年推广的矮秆良种Calrose76，其半矮生基因也是与低脚乌尖的相等位。60年代后期对日本水稻产量突破起促进作用的两个半矮生源，即黎明（从藤稔引变育成）和不知火及其姊妹系（衍生自矮秆地方品种十石），通过遗传分析，证明两者也是与低脚乌尖所具有的半矮生基因等位的；但黎明受修饰基因的作用较为明显。由于sd_1的多效性，它非但制约着秆高，而且也造成分蘖的增加和叶片的直立。国际水稻研究所的稻种资源中心，曾陆续对其所保存的145份矮秆材料进行研究，认为与sd_1非等位的材料中，绝大多数性状很差，如生活力弱、植株太矮、分蘖少、穗伸出度差、灌浆不好、谷粒小等。在育种上并无利用价值。在当前世界上大面积推广应用的矮秆良种间，其矮生基因基本上是等位的，亦即这些品种均具有相同位点的隐性主效半矮生单基因sd_1。因此，开发新的水稻矮源并及时加以利用，是避免因矮秆良种遗传单一化从而带来遗传脆弱性的重要研究课题。

（闵绍楷）

水稻旱种 (dry culture of paddy rice)　将水稻种子直接播种于旱田里，靠土壤底墒出苗，苗期不灌水，使幼苗旱长的一种节水种稻方法。历史上曾称为"水稻幼苗旱长"。又因播种深度比一般旱直播要深，在黑龙江省又称为深覆土旱直播。

水稻旱种主要适用于北方夏秋多雨地区或南方缺

乏灌溉条件的稻田。在印度、孟加拉、缅甸、泰国等南亚、东南亚国家的"望天田"上已有数百种植历史；在澳大利亚、欧洲、南北美洲的灌溉稻田上，也占有重要地位。在日本水稻旱种占全国水稻直播面积的90%以上。水稻旱种，中国在20世纪70年代初作为节水种稻的一项技术途径提出来后，通过试验研究，逐步发展形成了一套比较完整的技术。其特点：精细整地，达到地平无坷垃；足墒浅播，土壤水分在田间最大持水量70%以上，播深2～3厘米；适当推迟播种期，在日平均气温达到16℃以上时播种；延迟灌溉始期，播后依靠底墒扎根出苗，待旱长一段时间后（夏播2～3叶，春播4～6叶）再开始灌溉，以后视土壤墒情采用水层灌溉或湿润灌溉，缩短了用水季节，节省了用水量；采用化学除草、人工除草相结合，以控制草荒。

水稻旱种灌溉特点是，前期用水少，缓和了种稻用水与春旱的矛盾；7月份以后进入雨季，又充分利用了天然降水。同中国华北地区全年降水量较少，而夏秋雨量集中的气候相适应。所以，20世纪80年代以来，随着对稻米需求量的增加，水稻旱种在北京、河南、山东、河北等省市迅速发展，并扩展到皖北、苏北等地。

（过益先）

水稻季节生态型 (seasonal ecotypes of rice)　根据稻种对温光反应的不同，而划分的适于不同季节生长的生态型。由于水稻对温度和光照反应的多样性，不论籼稻和粳稻都可分为早、中、晚稻三种季节生态型。每种季节生态型又可根据熟期早晚分为早、中、迟熟三类。由于各地温光条件不一，异地引种往往导致熟期乃至季别的变化。如珍珠矮11号在长江流域为中稻，而在广东省则为早稻品种。中国水稻温光生态研究协作组1978年以南京四月下旬播种至抽穗所需日数，作为全国性的统一熟期分类标准，将全国水稻代表品种分为早、中、晚稻三种季节生态型，早、中、迟三种熟期，共九种类别，并将各类别的温光反应、出穗期、生育日数、主茎叶数等归纳如下表：

中国水稻熟期分类表（南京）

季节生态型	熟期	温光反应	出穗期	全生育期	主茎叶数
早稻	早熟 中熟 迟熟	感光性弱，短日高温生育期短或中，感温性中或强	6月中、下旬 7月1至14日 7月15至20日	120天左右	9～13
中稻	早熟 中熟 迟熟	感光性弱或中，短日高温生育期短、中或长，感温性中或强	7月下旬 8月上旬 8月中旬	125～150天	14～16
晚稻	早熟 中熟 迟熟	感光性强，短日高温生育期短或中，感温性中或强	8月下旬至9月中旬 9月下旬至10月中旬 10月下旬至停止出穗	150天以上	17～20

晚稻为生育期较长，成熟季节较迟的类型，其感光性强，需要有晚秋时期的短日照条件方能出穗。这种对短日照的反应与野生稻最相似，因而晚稻是由野生稻演化而形成的基本型，而早稻和中稻是由晚稻在温度较低和日照较长环境下形成的变异型。晚稻成熟时正值秋季，白天温度较高，夜间温度较低，有利于稻穗灌浆成熟，稻米品质往往较优良。著名晚稻品种有包胎矮、浙场9号、老来青和农虎6号等。

中稻是生育期中等，在早秋季节成熟的类型。大多中粳品种感光性中等，短日高温生育期多数较短、少数为中，主要为云贵、华中和华北的品种，如云粳9号、南粳15、水源三百粒等。由于中粳感光性中等，出穗日数因地区和播期不同而变化较大。大多中籼品种感光性弱，短日高温生育期中至长，主要为华南品种，也有华中、华东和西南的品种，如南京11号、桂朝2号等。由于中籼感光性弱，短日高温生育期中至长，各地播种至出穗日数变化较小而相对稳定，因而品种适应范围广，可在亚热带和热带地区之间相互引种，如江苏的南京11号等可引到非洲种植，国际水稻研究所的IR8可在中国长江中下游各省种植。

早稻是生育期较短、成熟季节较早的类型。东北的一季粳稻以及长江以南稻区双季稻中第一季早、中熟品种多属于早稻类型。由于早稻感光性弱，只要温度条件能够满足水稻生育，无论在长日照或短日照条件下均能正常出穗成熟，所以二九青、广陆矮4号等早稻品种，既可做双季早稻，又可做双季晚稻种植。

（申宗坦）

水稻三黄三黑 (alternations of shade of leaf color in rice)　对在本田生长期间的单季晚稻，运用肥水管理措施，实现叶色三次浓（黑）、淡（黄）交替变化过程，达到足穗、壮秆、穗大、粒饱、高产的看苗诊断技术。这是中国上海市郊区全国农业劳动模范陈永康，在总结种稻经验的基础上，于20世纪50年代后期提出的单季晚粳稻高产栽培技术。

第一次黄黑变化发生在分蘖期，即通过追施“小暑发棵肥”，出现第一次“黑”；分蘖末期施用的肥料落劲，结合轻搁田，出现第一次“黄”。第二次黄黑变化发生在拔节到幼穗分化前，即圆秆拔节前施“大暑长粗肥”，叶色再度转绿，达到第二次“黑”；到立秋，结合进行重搁田，肥料落劲，出现第二次“黄”。第三次黄黑变化发生在穗发育期间，即覆水后施“立秋长穗肥”，叶色再次转浓，出现第三次“黑”，到抽穗前三至五天叶色褪淡，又出现了第三次“黄”。

一黑一黄的作用是促进适当分蘖、壮苗，保证足穗、壮株。这个时期氮代谢旺盛，在叶片迅速生出的基础上，增加有效分蘖。如果分蘖期缺肥，“黑”得不够，则生长势差，分蘖迟缓，穗数不足。分蘖盛期过“黑”，分蘖末该黄不黄，则叶片长大，组织柔嫩，容易引起病虫为害。一黑一黄交替，有利于建立高产群体的骨架，并为增强光合作用创造条件。

二黑二黄是长粗和奠定壮株、防倒、培育大穗基础的时期。正常的二黑是促进光合作用，形成和累积碳水化合物的必要条件。不出现二黑，则植株生长缓慢，叶片过小，功能下降，出穗提早，穗短粒少，产量不高。如二黑过头，不出现二黄，则茎叶生长过于旺盛，呼吸强度升高，妨碍茎中碳水化合物的贮积，不利茎节发育。同时由于株高、叶大、植株光照条件不好，容易引起病虫害和后期倒伏。

三黑的出现，有利于稻穗发育和碳水化合物的积累，为大穗和粒重奠定物质基础。如果过黑，达不到出穗前落黄，则剑叶增大，茎叶内水溶性含氮物质增加，降低了碳水化合物的贮积，不利于茎节发育，易倒伏。同时，由于氮素同化旺盛，抑制了叶片中碳水化合物的水解和向穗部运转，灌浆缓慢，结果不实粒增加，粒重减轻，达不到高产。 （林世成）

水稻施肥(fertilizer application of rice) 根据**水稻**需肥规律、土壤供肥能力和肥料利用率等因素，在适当时期，采用适当的方法，施用适当种类和数量的肥料，以满足水稻生长发育对各种必需营养元素的需要，以形成最大的经济产量，并使稻田肥力不断提高。

一般每生产稻谷1 000千克，约需氮素15～19千克，磷酸8～10千克，氧化钾18～38千克，三者比例约为2∶1∶3。水稻各**生育期**间对养分的吸收，以**幼穗分化**到出穗吸收量最多，约占总量的50%；**移栽**到**分蘖**期次之，约占35%；出穗以后吸收量较少，仅占15%左右。但也因不同的土壤特性、水稻品种类型和**施肥**水平等而有差异。这些养分大约2/3来自土壤基础肥力，1/3来自当季施入的肥料。土壤的供肥能力差异较大，一般稻田土壤的养分含量比水稻当季需要的多几十倍到百余倍，而能被吸收利用的很少。中国稻田普遍缺氮，大部分缺磷，部分缺钾。施入稻田的肥料，能为当季水稻利用的也只是其中一部分，以化肥的利用率为例，一般氮肥为30～45%；磷肥为10～25%；钾肥为40～70%。肥料种类和施肥方法不同，利用率高低的差别也较大。因此，在确定水稻施肥时，必须根据形成目标产量所需的养分量，水稻需肥规律，土壤供肥特性和所施肥料的利用率等因素，加以确定。

基肥　栽秧前结合整地施用的基础肥料。中国传统农业强调水稻以施基肥为主，由于水稻一生中养分吸收量最多是在出穗以前，占总量的80%以上，施用基肥可以及时满足水稻移栽后迅速增大营养体对养分的需要；另一方面，结合耕作整地施足基肥，能使土肥充分融合，为水稻生育创造一个深厚、松软、肥沃的土壤环境。

追肥　栽秧后施入稻田的肥料。一般有蘖肥、穗肥、粒肥之分。水稻移栽返青后至分蘖期间追施的肥料称蘖肥。用以弥补稻田前期土壤速效养分的不足，促进分蘖早生快发，为水稻后期生长奠定基础；幼穗开始分化至穗粒形成期追施的肥料称穗肥。此时水稻**营养生长**与**生殖生长**同时并进，施肥的技术性较强。一般在幼穗分化初期追肥，有提高成穗率，增加分化颖花数的作用，但也可能导致最后3片叶和基部3个伸长节过分伸长，使群体冠层结构郁闭，降低结实率；孕穗期追肥，可减少颖花的退化，对提高结实率和籽粒重量也有一定作用；在水稻齐穗前后追施的肥料称粒肥。可防止根系早衰，减缓水稻群体后期绿色叶面积衰减的速度，延长叶片功能期，提高光合生产能力，从而增加结实粒数并提高千粒重。

一般基肥与追肥的配合施用，其方式多种多样。一次施肥法，即将全部肥料作基肥一次全层施用，肥料利用率较高，是一种经济有效的施肥方式，一般多应用于土壤保肥力较强，水稻品种生育期较短的双季早、晚稻上；“重底早追”，即以70～80%的肥料作基肥，其余作蘖肥施用，是较为普遍的一种施肥方式；“前促、中控、后保”，即施足基肥，早施蘖肥，不施穗肥，补施粒肥；“前稳、中顾、后保”，即适当减少基肥、蘖肥的比重，看苗施用穗肥，补施粒肥。后面这两种施肥方式，多应用于施肥水平较高，或者土壤保水保肥力较差的高产稻田。

在施肥技术上，将养分全面、肥效稳长的有机肥料与分解速度快的无机肥料配合使用，可以相互补充，充分发挥肥效。将表施改深施、使用氮肥增效剂，可以提高肥料的利用率，对减少脱氮损失也有一定作用。追肥时要维持田面薄水层，做到灌水与施肥密切配合，以充分发挥肥效，减少肥料流失。在水稻生长后期根部吸收能力减弱的情况下，根外追肥是一种辅助性的追肥方式。

水稻除需要氮、磷、钾等大量必要元素外，还需要锰、锌、硼、铜、钼等微量元素，水稻对锌和锰的

反应尤为敏感。一般盐碱土普遍缺锌，红壤和沙质土壤中锌的含量很低，石灰性水稻土锌的可给性低，稻田长期施用尿素、石灰也可能使水稻缺锌。酸性红壤和砖红壤严重缺硼，pH值过高、过低会降低硼的有效性。砂质透水性土壤由于有效锰容易淋失，也可能引起缺锰等。凡缺乏微量元素的稻田，对症施给相应的微量元素，均可收到一定的增产效果。

（蓝泰源）

水稻土（paddy soil）　一种具有特殊的剖面形态与发生层次的人工水成土类。它是在人为的周期性水旱交替耕作管理条件下，经历物质的氧化还原，有机质的分解、积累和矿物质的淋溶、淀积等过程而逐步形成的，与一般旱地土壤明显不同。水稻土在演变过程中，由于还原、淋溶和氧化、淀积等作用，形成了特有的发生层次。即耕作层（A）、犁底层（P）、渗育层（W）、斑潜层（BG）、潜育层（G）和母质层（C）等（见图）。这些层次的发育程度和组合，形成了不同的土体构型，是水稻土分类与因土种植的基础。同时，水稻土土壤含水量高，传导热量慢，氧化还原电位低，酸性土pH值升高，铁、锰还原，磷和硅的溶解度增加，有机质行嫌气分解，以及含氮有机物分解主要生成铵态氮等物质转化上的种种特点，也与旱地土壤迥异。

水稻土剖面演化的一般模式

肥沃的水稻土一般应具备以下几个条件：①土体构型好。剖面分异度小，无明显的粘化层、沙层、漂洗层、青泥层等障碍层。耕作层厚（15～18厘米），犁底层不过于紧实，渗育层发育，潜育层出现于70～80厘米以下，种稻季节地表水与地下水不连接，旱作季节地下水在70厘米以下。②养分丰富。一般耕作层有机质含量2.5～4.0%，全氮0.15～0.25%，速效磷（P_2O_5）>20ppm，速效钾（K_2O）>100ppm，且对养分有较大的缓冲性能。③渗透性适中。一般日渗漏量7～15毫米，通透性良好，保水保肥。④宜耕性好。干耕易碎，湿耕易散，适耕期较长。

培育并提高肥沃水稻土的主要途径是：在改善水利条件的基础上，建立完善的排灌系统，排涝防渍；增施有机肥，不断提高土壤肥力；实行**水旱轮作**，减弱嫌气过程和还原物质的影响，并促进有机质矿化和更新；深耕晒垡，提高耕作质量，加速土壤熟化。

中国稻区由于土壤性状不良而形成的低产稻田约650万公顷，低产稻田土壤类型复杂，各地名称也不尽相同。根据限制土壤肥力的主要因素及改土的基本方向可归并为冷烂田、沉板田、粘结田和毒质田4大类。对冷烂田主要是结合治山治水，根治水害，干耕晒田，增施肥料，以改善土壤水、热、肥、气状况；对沉板田主要是种植绿肥和施用有机肥，提高土壤有机质含量和土壤吸附铵的能力，并掺以粘土，调整质地；对粘结田主要是增施有机肥，掺沙改土，晒垡冻垡，在彻底改良前注意适墒耕作；对毒质田主要是开沟排水，水旱轮作，降低还原作用，洗盐压酸，以减轻或消除毒害。

（蓝泰源）

水稻育种（rice breeding）　以**稻种资源**为材料，采取人工杂交、理化诱变、组织培养等手段，从分离世代或变异群体中，选择符合育种目标、性状稳定的新品系进行鉴定，从而为大田生产提供新品种的工作。

基本原理和方法　稻是自花授粉作物，自然杂交率极低。性状稳定后一般容易保持其**遗传**纯质性。育种方法大致有5种：①对于生产上长期栽培的地方品种，由于种性混杂，良莠不齐，就要以个体（单株或单穗）为基础，进行分离比较，选出最优的品系，继续在生产上过渡使用，叫做纯系育种或称系统选种。②对于存在某些缺点的品种，选择具有互补性状的其他品种或亚种进行人工杂交，通过遗传基因的重组或导入，从分离世代中选出经济性状比原种优越的个体，叫做品种间或亚种间（籼粳）**杂交育种**。③育种目的和手段涉及到杂交亲本之间的**染色体组**的差异或倍数性，多数是由于杂交后代的**染色体**行为不正常影响到育性，必须通过染色体加倍而取得育性正常的后代，达到育种目的，称为倍数性育种。花培育种也属这个范畴，但由于在花药培养中能自然产生结实正常的二倍体遗传性纯合的杂种，有利于缩短育种年限，因此花培育种经常与杂交育种紧密配合，成为杂交育种的组成部分。④为了获得某些崭新的性状，应用γ射线、X射线、激光、快中子等物理因素以及芥子气、EMS、NMU等化学诱变剂处理稻的种子或幼苗，使之产生基因突变，从而育成新品种，称为**诱变育种**。⑤应用品种间杂交一代的**杂种优势**和细胞质雄性不育等生物学现象和原理，培育**不育系**、**保持系**、**恢复系**，产生强优势的杂交种子（F_1）直接应用于生产，称为**杂种优势利用**或杂交稻育种。

育种概况　早期的水稻育种一般是按传统经验，选择适应当地生态环境的品种。1900年孟德尔遗传定律被再发现后，世界主要产稻国如日本（1904）、美国

(1909)、印度(1910)、中国(1919)、印度尼西亚(1920)等国先后建立了以水稻遗传育种研究为核心的试验机构，开展关于稻的质量性状遗传、开花传粉习性、去雄技术、杂交方法等研究，并进行育种工作。日本从本世纪初到60年代末种植高产水稻良种对糙米单产的提高起了主要作用。美国由于推广抗病、耐肥、抗倒伏的高产良种，在其他栽培技术配合应用下，水稻产量成倍增加。1960年以来，**国际水稻研究所**培育出IR8等一系列水稻新品种，多具有丰产潜力，能在热带地区一年四季种植，并抗主要病虫害，其中IR36在亚洲每年种植面积达1 000万公顷以上。

中国水稻育种成就　中国在本世纪初就在长江流域和华南进行纯系育种，据不完全统计，从1949～1979年全国采用各种途径育成水稻新品种500多个。50年代育成121个，其中地方品种评选的15个，引种10个；60年代育成173个，其中系统选育的75个，杂交育成的82个；到了70年代，育成品种214个，其中系统选育的59个，杂交育成的124个。同时，在60年代开始的**辐射育种**和花培育种到70年代也有所发展，共育成20多个品种。可见不同历史时期水稻育种途径有明显的变化，由以系统选种为主转到以杂交育种为主。中国水稻育种的成就主要有以下几点：

矮化育种　60年代以前中国种植的水稻都是高秆品种。当每公顷超过4.5吨时，一般都易倒伏；常遭台风袭击的地区，尤为突出，**籼稻**又比**粳稻**严重。50年代后期广东省潮阳县农民从台风过后严重**倒伏**的南特16号大田中发现矮秆抗倒伏的单株，选出繁殖，后命名为矮脚南特。与此同时，广东省农业科学院应用矮秆品种矮仔占作矮源进行杂交育种，育成了广场矮、珍珠矮等品种。后来南方其它省区也相继育成了不同熟期不同类型的矮秆品种，实现了矮秆化，平均每公顷提高产量750～1 500千克。这是水稻育种的重大成就，它比国际水稻研究所育成推广中矮秆高产IR系统品种约早10年(见**水稻矮化育种**)。

株形育种是矮化育种的发展。其目的是通过对株形的进一步改良达到高产更高产。如叶片长宽适中，厚而挺直，开张角小；分蘖力强，丛生快长。粳稻还要求穗部直立。总之，水稻的理想株形，要使稻株的动态变化，沿着有利于充分利用光能的株形结构发展，最后达成源、流、库的协调，谷草比高。广东省育成的丛生快长型品种双桂1号、双桂36，辽宁省育成的辽粳5号等，都属于株形育种成就的实例。

熟期育种　20世纪60年代中国南方稻区**双季稻**和多熟制的发展促使水稻增产。为了配合新耕作制的推行，早晚稻配套品种如二九青、湘矮早4号、广陆矮4号、农虎6号等的育成，对提高稻区年产量起了重要作用。北方早、中熟粳稻品种松辽系统、长白系统和吉粳系统的育成和推广，不仅改变了过去日本品种在北方占优势的局面，也促进了北方稻区的扩大和产量的提高。

抗病育种　中国南北稻区普遍存在稻瘟病、白叶枯病和纹枯病的为害，导致不同程度的减产。个别地区还经常发生病毒病，如黄矮病、条纹叶枯病等。因此，长期以来，抗病育种引起水稻育种工作者的重视。不论培育那种熟期的优质高产品种，都要导入对当地主要病害的抗性作为综合的育种目标。70年代以来，各地育成的水稻品种多具有对某种病害的抗性，如抗稻瘟病的有湘矮早9号、城特232、秀水48、中花9号等；抗白叶枯病的有南粳11、南粳15、青华矮、中百4号等；抗条纹叶枯病的有京稻1号、中作180等。这些品种不但丰产性好，有的还具有双抗或多抗性能。抗病育种工作中存在的重要问题，即由于病菌（尤其是稻瘟菌）生理小种的变异和迅速增殖，使具有主基因抗性的品种在推广若干年后，就严重感病化，导致减产。因此，育种工作者应注意具备持久抗性的水稻品种的培育，以延长良种的使用年限。

杂种优势利用　60年代中期，中国开始探索籼稻杂种优势利用的研究，从中国普通野生稻找到"野败"型花粉败育株，育成雄性不育系，又从IR系统中找到恢复系，于70年代初期，实现了三系配套，育出了世界上第一个籼型杂交稻南优2号，以后又相继育成了数十个杂交稻新组合。同时，粳型杂交稻的培育也获得成功(见**杂交稻**)。

花培育种　中国水稻花培技术的研究始于1970年，70年代育成的品种有新秀、单丰1号、牡花1号、花育1号等，至80年代育成的品种超过100个，推广面积较大的有中花8号、中花9号等。与此同时，研制出了一批新培养基，改进了花培技术，提高了诱导频率。由于花培技术与杂交育种的密切配合，有效地缩短了水稻的育种年限。

20世纪50年代以来，中国水稻育种主要育种目标在于提高产量，重点培育和推广的品种，一般丰产性能较好，抗性较弱，品质较差。80年代以来，全国粮食生产有较大幅度的增长，主要稻区出现优质米供不应求现象。育种目标由高产为主转向优质、高产、多抗并重，并加速培育优质米，面向外销。南方双季稻地区早籼的培育更加强调提高米质。北方也要求耐旱耐寒的水、旱稻或适于旱种的早熟品种的培育，以适当扩大稻作面积，改变农村的食物结构。中国对许多珍贵米如云南的八宝米、紫糯，江苏的鸭血糯等品种的改良十分重视。在开发**种质资源**方面，要着眼于扩大矮源、抗源和细胞质源的广泛搜集、研究和利用，避免单一化。（林世成）

水飞蓟 (milk thistle)　菊科水飞蓟属中的栽培种，学名 *Silybum marianum* (L.) Gaertn.，

年或二年生草本植物。别名乳蓟。种子入药。原产于西欧和北非，1972年中国从联邦德国引进，在陕西、甘肃、黑龙江和河北等省栽培。

株高1～2米。茎直立，近圆柱形，有棱，具锐刺，多分枝。叶无柄，长圆状阔披针形，叶缘波状分裂，具尖刺，叶面亮绿色，具白色斑纹；茎生叶互生，披针形。瘦果，长卵形，成熟后黑褐色。花期6月，果期6月至7月。



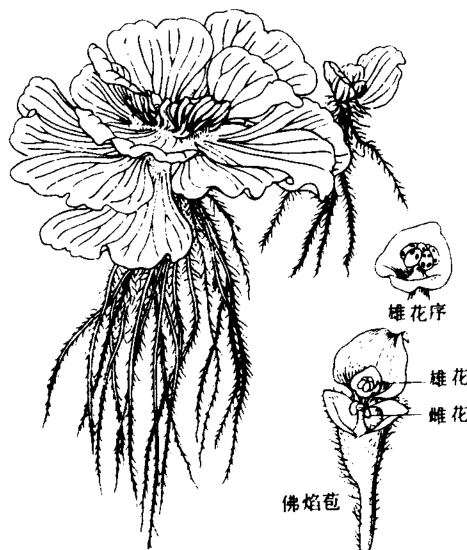
水飞蓟

喜温暖干燥环境，忌高温、高湿。花果期若水分过多，秕粒率高达70%。宜于排水良好的砂质壤土上栽培，中国北方宜春播，温暖地区春播、秋播均可。直播按行距70厘米开沟，沟深3厘米，播后覆土耙平，10天左右出苗。北方或高寒山区，可采用在阳畦育苗移栽的方法。在播种育苗前，可将种子用温水浸泡5～6小时，撒播于苗床，覆细土以盖没种子为度，上面加盖玻璃或塑料薄膜，晚间加盖蒲席。若苗床温度在15℃以上，播种后5～7天出苗，苗期要注意通风，使苗床温度不高过30℃。幼苗长到2～3片真叶，即可移栽，行株距65×50厘米。苗期和基生叶生长期，要勤除杂草；基生叶生长盛期，应追肥一次，用过磷酸钙及硫酸铵各半混合施入。病虫害有叶斑病、软腐病、白绢病等。果实应分期分批采收，即当总苞片枯黄，苞片先端向外开裂，冠毛露出，此时果实变为黑褐色，有效成分的含量最高；如遇雨果实变成灰白色，有效成分的含量明显降低，故应及时采收，晾晒，脱粒，去杂质，贮放于干燥处。每公顷产干货1 500千克左右。

种子含黄酮类化合物，总称为水飞蓟素(Silymarin)，含量为2～3%。其中主要有效成分为水飞蓟宾(Silybin)，具有抗多种肝脏毒物所致的肝损伤和保护肝细胞膜等作用。临床用于急、慢性肝炎、肝硬变和胆囊炎等症。 (刘铁城)

水浮莲 (water lettuce) 天南星科大薸属的一个种，学名 *Pistia stratiotes* L.。多年生水生草本植物。又名大薸、大叶莲。用为饲草、绿肥及净化水质。分布于亚、非、拉三洲的热带、亚热带地区。中国广东、广西、台湾、云南等省(自治区)有野生分布；长江以南各省均有养殖；黄淮流域在夏季也可养殖。

须根系，从生于短缩茎基部，悬垂水中，长度因水质肥瘠而异，在10～60厘米之间。茎的节间不明显，叶腋间长出匍匐茎，先端形成新株；叶片波状楔形，两面具白色细毛，肉穗花序，花浅黄或白色，雌雄同株，外被佛焰苞，雌花1枚，贴生于佛焰苞下部，雄花位于上部，与佛焰苞分离。异花授粉；浆果大豆状，含种子10～20粒；种子腰鼓形，千粒重1.5～1.6克，成熟后散落在须根上或水下(见图)。



水浮莲

喜高温、高湿，怕寒冷。15～39℃间能生长。30℃左右最适宜，一株在一个月内可繁殖到50～60株；低于10℃易死亡。耐肥力极强，不耐瘠，较能耐荫，可间套在水稻行间放养，以pH6.5～7.5，水深0.5～2米，水质肥沃的静水池塘或河沟中生长最好。通常用越冬的种苗进行无性繁殖，也可用种子育苗放养。每公顷年产鲜草350～600吨。对富营养化的水质有良好净化作用。植株可作沼气原料；茎叶鲜物含水分95%，干物含N 2.54%，P_2O_5 0.423%，K_2O 5.02%。鲜草所含养分因水质肥瘦有很大差异，在肥水中含水分95.3%，粗蛋白质1.35%，粗脂肪0.21%，粗纤维0.64%，无氮浸出物1.10%，灰分1.40%。

(顾荣申)

水旱轮作 (rice-upland crop rotation) 在同一块田地上有顺序地轮换种植水稻和旱作物的种植方式。中国采用的有三种基本模式，即：① 水稻与旱作物年间轮换，一年一熟；② 在一年二熟或三熟的南方地区，冬作物年间轮换或不轮换，夏秋季水

稻（单季或双季）与一季或全年的旱作物年间轮换；③在实行多熟制的地区，同一年内水稻与旱作物进行年内轮换。

水旱轮作是中国古老的农业技术之一。明代徐光启（公元1562～1633）在《农政全书》中明确肯定了稻、棉水旱轮作有"草根溃烂，土气肥厚，虫螟不生"的良好作用。其后由于水稻发展快，水利不足，遇旱则改种旱作物；而有的旱地为了防治严重的病虫草害，则定期改种水稻。因此便逐渐发展成稻棉、稻豆、稻蔗、稻麻、稻烟、稻花生等水旱轮作方式。

水旱轮作能改善土壤理化特性，在盐碱地还有洗盐压碱的作用，可显著减少病虫和杂草为害，对水旱作物均有增产效果。

水旱轮作的技术要求：①田块能水能旱，灌排方便，土壤质地不粘重；②除水稻外，旱作物要选种较耐湿的种类和品种；③水改旱，宜先进行冬晒冻融改善土性。而旱转为水时，为了避免田间漏水严重，宜增加耖田次数等防漏措施。（元生朝）

水葫芦（common water hyacinth） 雨久花科凤眼莲属中的一个种，学名 *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms，多年生浮水草本。又名凤眼莲、洋水仙。为饲草、绿肥作物，也用于沼气原料及净化水质。原产南美洲，中国野生种分布于珠江流域，后扩及华南及长江流域各地；华北、东北在温暖季节也有养殖。

须根长15～25厘米，悬垂水中，短缩茎实心，节间不明显；单叶互生，倒卵形至肾形，色深绿，具蜡光泽；叶柄中下部膨大呈葫芦状气囊，成株有叶6～14片；叶腋抽生匍匐枝，先端形成新株，穗状花序有花4～14朵，花冠蓝紫色，花被6裂，顶端最大片中央有一黄斑，形似凤眼，蒴果卵形或长圆形，内有种子30～150粒，千粒重0.38克左右（见图）。



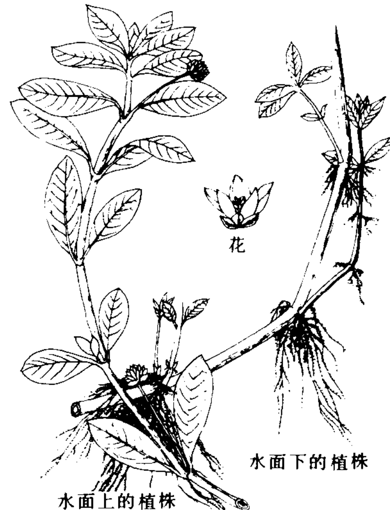
水 葫 芦

喜温暖湿润气候，耐肥，也适度耐瘠和耐荫。在水位变动不大的江、河、湖、塘及水田均可放养，以水深0.3～1.0米，肥沃的活水中生长最好。在10～13℃开始繁殖，25～32℃生长最快。通常以保存种苗越冬，要保持7～10℃，也可以种子育苗。年产鲜草为每公顷300～450吨。由于能吸收重金属离子并防止水质富营养化，故能作净化水质用。

鲜草含水分93%，干茎叶含N 2.54%，P_2O_5 0.40%，K_2O 6.12%，干物中含粗蛋白质19.5%，粗脂肪4.00%，粗纤维18.19%，无氮浸出物36.39%，灰分21.9%。（顾荣申）

水花生（slligator alternenthera） 苋科虾钳菜属中的一个种，学名 *Atlernanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.，多年生宿根性草本。又名喜旱莲子草、水苋菜、济命菜。用为绿肥，猪、羊的饲草及沼气原料。易侵入农田，成为杂草。原产巴西，20世纪20年代传入中国，先后在浙江、江苏、江西、湖北、湖南、福建、安徽、四川等省种植并自然繁殖，生长在湖、塘、水沟及湿润的旱地上。

具不定根系，须根细，茎节可生根；茎圆中空，节腋疏生柔毛，节间长10～18厘米，下部匍匐，上部直立，茎长1～3米；单叶对生，长卵形或椭圆形，叶腋能抽生分枝；花腋生，头状花序，白色，两性，花被苞片各5枚；蒴果卵形，种子扇形，似苋菜籽，黑色（见图）。



水 花 生

喜温暖多湿环境，在pH5.5～8之间各种土壤及在含盐分低于0.15%以下的水中均可生长，以肥沃而少青苔、杂藻的活水中生长最好，不耐荫。以宿根或沉

在水中的茎节越冬，10℃以上开始生长，高温季节生长最旺。结实率低，通常用茎节繁殖，切成长70～90厘米的节段系在绳上，将绳固定在水面上养殖，年公顷产草200～300吨。鲜草含水分86.2%，干物含N2.01%，$P_2O_5$0.167%，K_2O4.21%。干物饲料成分：粗蛋白质12.98%，粗脂肪1.56%，粗纤维20.56%，无氮浸出物43.36%，灰分14.36%。

（顾荣申）

水浇地耕作制 (farming system of irrigated land)　在灌溉地上种植旱地作物的**耕作制度**。通过**灌溉**补充水分，满足作物生长发育要求，实现稳产高产。水浇地地区一般具有较好的生态环境和生产条件，地力较高，水分、营养物质和能量投入较多，能较好地满足作物的需要。水浇地耕作制，总的特点是多用多养，用养结合，精耕细作程度较高，最终表现出高的生产水平。具体说，选择当地优势作物和需水肥的高产品种；在种植上尽可能多种、种足，以便更多地利用光热资源；采用多种形式的间套**复种**和**轮作**倒茬，使作物衔接紧密，提高复种指数；采用生物、物理、化学措施相结合的土壤保护和培肥措施，有机、无机肥结合施用，土壤精耕细耙，田间管理适时。

水浇地耕作制是中国集约农业的重要内容。历史上早有水浇地的深耕细耨、精耕细作的记载。20世纪50年代，中国水浇地耕作制的面积还不大，且多采用人力和畜力操作。随着水利条件的改善，灌溉面积不断扩大，至80年代种植旱作物的水浇地面积已达2亿多亩。

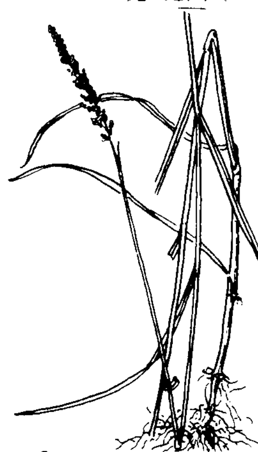
半湿润地区水浇地耕作制　主要分布在黄淮海、江淮、陕西关中的灌溉地区，是中国重要的农业生产基地之一。这些地区农耕历史悠久，在长期生产实践中，积累了丰富的精耕细作经验，集约化程度较高，作物种类繁多，熟制和种植形式复杂多样。其主要的形式是以**冬小麦**、冬油菜和夏播玉米、**大豆**、**粟**等组成的**一年二熟制**，和以当地主要**经济作物**（如**棉花**）为主的**一年一熟制**。不少地区还结合多种形式的**间作**套种，组成了一年二熟、三年五熟和一年三茬套种等种植形式。与**种植制度**相适应的土壤保护和培肥体系，包括投入大量的有机物质以维持地力；适时补充化肥以供作物需要；适宜的耕、耙、耱、压等土壤耕作措施，以达到土地平整，上虚下实。这些措施的综合应用，可为作物生长创造良好的耕层构造，满足作物高产、稳产对环境的要求。

干旱地区水浇地耕作制　主要分布在西北的灌溉地区。其特点是年降雨量在250毫米以下，熟制多为一年一熟，或结合简单的间作套种形成二年三熟；种植的作物以小麦、棉花、玉米、**水稻**、粟等为主，有些地区安排部分绿肥和牧草，以发展畜牧业和培肥地力。

南方水浇地耕作制　主要分布在长江以南的低山丘陵和平原地区，面积甚少，以种植棉花、小麦、油菜、玉米、**甘薯**、**花生**、豆类为主，实行间作、套种或复种，形成一年二熟或三熟制。注重水土保持和培肥地力，采用多种种植形式，搞好多种经营，是这类地区发展生产的重要措施。（牟正国）

水生虉草 (toowoomla canarygrass)　禾本科虉草属的一个种，学名 *Phalaris aguatica* Syn.或 *P. tuberosa* L.。优良的饲草作物。又名球茎虉草、大虉草。原产欧洲、地中海地区。在欧洲、美洲、大洋洲都有栽培。中国广西、湖南、甘肃、江苏等省有引进。

根系发达，根茎膨大，根茎节间有芽，可产生大量分蘖，长成茂密的草丛；茎秆直立；叶丛高可达1米以上，抽穗后株高为1.5～1.8米；总状花序密集成穗状，穗长5.4～6.9厘米，每小穗3朵花，2朵花不孕，退化成线形。颖包膜状，有绿色脉纹；种子（连稃）黄褐色，有茸毛，长0.3～0.35厘米，宽0.15厘米，千粒重1.16～1.68克（见图）。


水生虉草

性喜温暖湿润，宜在肥地生长，耐水淹，能耐一定的干旱和炎热。在南京可越冬和越夏，越冬植株在5月中下旬抽穗，5月底至6月初开花。在武威4月春播，8月中旬收种。

用种子繁殖或分株栽植。在长江流域及以南地区，宜10月至11月秋播（栽），条播（栽）行距40～50厘米，每公顷用种15千克左右。因种子细小，整地要细，覆土要浅。耐刈割，一年可割3次，春秋两季生长旺盛，盛夏生长停滞，产草量6～50吨/公顷，南方高于北方，可青饲、晒制干草或青贮；鲜草含干物质12.27%，粗蛋白质1.71%，粗脂肪0.52%，粗纤维3.37%，无氮浸出物4.56%，灰分2.11%。

中国在60年代始，曾引进小籽虉草 *P. minor* L.、金丝雀虉草 *P. canarensis* L.等一年生虉草。在长江中下游生长旺盛，产草量高，可作秋播牧草应用。

（洪汝兴）

水田耕作制 (farming system of paddy field)　在经常蓄水的耕地上，以种植**水稻**为主的**耕作制度**。是中国南方地区的主要的耕作制。特点是：①以种植**水稻**为主，同时也种植少量其他沼生作物，如慈姑、荸荠、席草、藕、茭白等；②有丰富的水源和

一定的灌溉设施，田面平坦，在水稻或沼生作物生长期间能经常蓄水；③由于淹水，土壤通气性差，经常处于嫌气状态，氧化还原电位低，有紧密的犁底层，地下水位较高，嫌气微生物活动旺盛，土壤有机质分解慢等。

水田耕作制是经过漫长的历史演变过程逐渐形成的。中国栽培水稻已有7 000多年的历史，公元前3世纪至3世纪，栽培水稻都是直播，采取冬闲-水稻，实行一年一熟。考古发掘表明，到东汉时，华南广州一带已有**双季稻**栽培。汉代文献已记载水稻**移栽**技术，唐、宋（7～13世纪）以后，南方农业有较大发展，大、小麦从旱地扩展至水田，出现**麦稻两熟制**，并发展很快。福建、浙江沿海一带，在宋朝出现双季**间作**稻。至明、清时代（14～19世纪），由于江南冬季作物—双季稻一年三熟的出现，以及耕作、施肥技术的进一步改进，形成了现代水田耕作制度的雏形。

现代中国水田耕作制继承了古代的成就，又有新的发展。在用地方面做到能比较充分有效地利用土地和光、热资源，**复种**程度提高。除北方水田和南方少数冬闲田为一年一熟水稻外，南方大多数水田以水稻为主，适当搭配其他冬季或夏季作物，组成一年二熟或三熟制，在相当大的范围内，全年复种指数常在200%左右。有的地区，如浙江、上海、湖南、江苏、广东等省，则达200%以上。

除种植**单季稻**和双季稻外，水稻还与旱作物组成不同类型的水田耕作制。在中国主要有下列三个类型：①冬闲或冬绿肥水田耕作制 冬季养地，夏季用地。主要复种方式有：冬闲—单季稻（早稻或中稻或晚稻，下同）或绿肥—单季稻。这一类型在中国的北方、南方，平原、丘陵和山区均有分布。绿肥—双季稻，冬闲—双季稻，则分布于南方地区。②冬季粮、油作物水田耕作制。主要通过精耕细作、增施肥料、培养地力和合理灌排。主要复种方式有：大、小麦—单季稻；大、小麦—双季稻；油菜—单季稻；油菜—双季稻；蚕、豌豆—单季稻；蚕、豌豆—双季稻等。这一类型在中国南方地区的平原、丘陵均有分布，面积较大。③水旱轮作水田耕作制。即水、旱作物在年内或年间轮换种植的复种**轮作**耕作制，年内**水旱轮作**，如麦—中稻，早稻—玉米等水旱轮作。其特点除冬季作物轮换外，主要是夏季作物轮换，如麦—稻—稻→油菜或棉花→绿肥—稻—稻。这主要分布在南方平原能灌能排、旱涝保收地区。

为解决水田长期淹水而引起的土壤板结、潜育化，使营养物质有效化，水田耕作制中所采用的养地技术包括：①大量施用绿肥、厩肥、人粪尿、油粕、青草、河泥和其他土杂肥，还有稻草、麦秆还田，结合施用化肥。60年代以来在南方水网地区又广泛利用"三水一绿"即水花生、水浮莲、水葫芦、绿萍；②因地制宜地采用秋耕、冬耕、春犁、夏翻、干耕、水耕、晒垡、冬泡、冬炕等措施，提高精耕细作程度。在水旱轮作的旱作物种植期间，通过深耕、耙地、中耕松土等作业，强化土壤通透能力，以熟化土壤。

（王华仁）

水田三熟制（triple cropping in paddy field） 在同一块稻田，一年内接连种植三季水、旱作物的**种植方式**，又称稻田三熟制。在中国主要种植形式有以两季稻为基础的三熟制，即双季稻（或中稻—再生稻）加一季冬作物组成二水一旱的三熟制；以单季早、中稻为基础加二季旱作物（一季冬作物、一季春作物；或一季冬作物，一季秋作物）组成一水二旱的三熟制；还有少数一年连种三季稻。

双季稻三熟制是水田三熟制中主要的种植形式，包括绿肥—稻—稻，油菜—稻—稻，**大麦**—稻—稻，**小麦**—稻—稻，**甘薯**—稻—稻，**玉米**—稻—稻，**烟草**—稻—稻，**大豆**—稻—稻等种植方式。双季稻三熟制约占双季稻田的70%以上，其中绿肥—稻—稻又占双季稻三熟制中的大部分，其余为麦类—双季稻和油菜—双季稻。

中国双季稻三熟制的发展，主要在20世纪50年代至80年代。冬作—稻—稻三熟制，一般稻谷产量为6～7.5吨/公顷，高的达11.3～13.5吨/公顷，外加一季冬作物的收获量。高产的麦—稻—稻三熟制，可达15吨/公顷以上的产量。

不同的冬作物与双季稻三熟制要求≥10℃的活动积温：绿肥—稻—稻为4 900～5 000℃以上，大麦—稻—稻和油菜—稻—稻为5 000～5 200℃以上，小麦—稻—稻为5 300～5 700℃以上。而甘薯—稻—稻、**烟草**—稻—稻、蔬菜—稻—稻、**亚麻**—稻—稻等则要求7 500℃以上的积温。根据双季稻对水分的要求，中国的双季稻三熟制主要分布在年降水量1 000毫米以上和年平均温度在15℃以上的地区，即长江以南和南部沿海地区。由于降水季节分配不匀，还必须有完善的**灌溉**设施。其中绿肥—稻—稻的适应性最强，广泛分布于长江中下游直至华南各省，但多集中于25°N以北地区。油菜—稻—稻、大麦—稻—稻和小麦—稻—稻等三熟制，要求种植在土壤肥力高、排灌条件好的稻田，因此多分布在长江中下游的太湖、鄱阳湖和洞庭湖周围及河流三角洲的稻区。喜温越冬旱作物—稻—稻三熟制，只分布在台湾、福建、广东、广西等省（自治区）属于热带地区。冬作物—头季稻—再生稻三熟制在中国出现很早，公元4世纪的《养生要术》中已有记载。直至1949年以前在湖北、湖南、江西、安徽等省的滨湖、沿湖低洼地仍有一定面积。50年代以后，再生稻逐步为双季稻所代替。

以单季早、中稻为基础的一水二旱的三熟制，主

要应用于双季稻区灌溉条件不足的稻田。其主要种植形式有二：①冬作物—早水—晚旱三熟制：大麦（或绿肥、油菜、豌豆或蔬菜）—早（中）稻—秋玉米（或大豆、秋花生、黄麻、甘薯、蔬菜等）；②冬作物—早旱—晚水三熟制：麦类（或绿肥、油菜、甘薯等）—大豆（或玉米、花生、黄麻、瓜类等）—晚稻。上述这些三熟制因包含有一季收入较高的经济作物或优良的饲料作物，又有利于改善双季稻田因长期渍水而恶化了的土壤理化特性，故80年代以来，在中国有较大的发展趋势。

三季稻三熟制可在中国华南的台中—广州—南宁以南地区种植，它要求更高的生产条件和技术条件。70年代曾推广了一定面积，高产的达到22.5吨/公顷的水平，但由于中季稻产量不高不稳，费工多，种植面积很小。

除中国外，东南亚国家如越南、泰国、马来西亚和菲律宾、印度、斯里兰卡等国，也有一定面积的水田三熟制。

发展水田三熟制，应掌握以下四项关键技术：①根据不同气候、土壤、水利等条件，选择适宜的三熟种植方式，并妥善安排三季作物的搭配品种，使各季作物均处于最佳生育季节，避免前后作矛盾，是争取全年高产的基本保证。②除绿肥田的早、中稻可育中龄壮秧外，其余早稻、晚稻、油菜等都因其前后作收获迟，必须培育长龄的健壮秧苗（早稻35～45天，晚稻40～50天，油菜40～45天），既可保证当季高产，又可为后作播栽早腾田地，但迟茬早稻由于过分延迟移栽期，缩短了营养生育期，要加大本田的基本苗数，才能保证高产。③采取综合技术，加强病虫防治。④选用多种水田三熟制方式，定期轮作换茬，以保证全面增产。 （元生朝）

水田土壤耕作 (paddy field tillage) 在水田上采取的由耕、耙、耖（或旋耕）、碌田等组成**土壤耕作**方法。目的是为**水稻**及水田其它作物创造良好的土壤环境。

水田耕作技术　在有水层的条件下，稻田既要保水蓄水，又要透水通气。因此，水田种稻期间要求田土上层有细软肥泥、下层有团块结构，田面清洁平整。同时又必须建立适度渗透性的犁底层，以保持一定的水层。水田的土壤耕作，除低洼田必须水耕外，一般田均以采取干耕与水耕相结合为佳。

水田的干耕晒垡、冻垡，旨在加强土壤熟化，疏松耕层，促进土壤微生物活动，增加有效养分，消除有毒物质。干耙则为其后的水耙碎土、平田打基础。干耕干耙还有提早耕作，缩短稻田渍水时间，节约用水的意义。水耕、水耙、耖田（又称耙糊），是使稻田耕层土壤细软、建立犁底层和保持水层的必要措施，具有混拌土肥、平整田面、消除杂草、避免脱氧等作用。因为稻田泡水后，降低了土壤的粘结性和粘着性，再经水耙散碎成微团聚体，使耕层紧密而细软，部分分散的粘粒下沉淀积，经多次水耕水耙，犁底层得以形成。

稻田耕深一般为16～20厘米。干耕的适宜湿度与旱地基本相同，水耕以保持一层遮泥水（1～2厘米）为宜。水层过深易漏犁重犁，过浅耕作阻力加大。水耙时以田水漫至土垡一半左右为宜，耖田时以保持2～3厘米深为度。耕耙后有用轧碌（蒲碌）进行滚田作业的，用以压埋稻茬、绿肥、杂草和平田。有时在播插前还用平土棍（或板）拖平田面。

水田进行机械化耕作时，需将拖拉机后轮换装适合水耕的宽轮，或用机耕船进行。水田机耕用铧式犁，机耙采用缺口耙（或圆盘耙）和轧碌组成系列耙。在抢收抢插季节紧时，也有使用**旋耕**的，一次旋耕可以收到耕、耙、耖平的综合效果。中国自推行水田机械化耕作后，提高了耕作质量和效率，减少了作业次数，改变了过去多耕多耙的传统作法。然而，机械水耕，特别是旋耕对土壤团粒结构破坏较严重，土壤变得板实，反而对水稻生育不利。因此，各地正在应用除草剂开展水田少耕的试验。

水田种植旱作物期间的耕作要求与旱地相同。但应采取深沟高畦或深沟窄畦、清沟排渍、加强**中耕培土**等措施，以降低地下水位，防止田间渍水。种植旱作物后，犁底层和田埂常遭到破坏，产生漏水现象。再种水稻时应增加犁耙次数，增多糊泥，防止渗漏。

中国南方多熟地区水田的土壤耕作　南方地区的水田耕作有秋（冬）耕、春耕和夏耕。

秋（冬）耕　有冬闲田、冬季绿肥田和冬作田三种情况。①冬闲田如为冬炕田，在收稻后及早干耕晒垡，熟化土壤；如为冬泡田，在秋（冬）季翻压稻茬或不耕，蓄水泡田过冬。②稻底绿肥田采取免耕播种绿肥，仅开沟排水。③冬作田要根据前作收获早晚确定耕作措施。前作如为单季早、中稻，收稻后距离冬种的时间较长，应先开沟排水、深耕晒垡，再浅耕细耙起畦播种。前作如为双季稻的晚稻，因收稻较迟，冬种时间紧迫，收稻前就应开沟排水，收稻后立即犁耙播种。如田土较湿，不适合犁耙，而播种季节已到，可采用轻型旋耕机松碎表土和根茬，或板田播种。

春耕　有早稻田和春季旱作田两种情况：①早稻的前茬如为冬炕田，春季应结合施基肥翻耕一次，灌水粗耙，浸沤几天，再浅犁细耙耖平，插秧。如为绿肥田，在插秧前10～15天干耕深翻，压埋绿肥，晒2～3天，然后灌水耙沤，隔7～10天再浅耕一次，使绿肥与土壤拌和，促进腐烂，插秧前再细耙耖平。如为冬作田，冬作收后应先干耕干耙，填平畦沟，再灌水进行犁耙耖平。②春旱作物（**玉米**、**大豆**、**花生**等）的前

茬多为冬炕田，在秋（冬）耕晒垡的基础上，先于雨后适墒粗耙，再浅耕细耙，开沟起畦播种。

夏耕 有中、晚稻和秋旱作物等情况。①单季中、晚稻的前茬如为冬作物，收后离插秧的时间较长，应先干耕晒垡，再灌水耙沤，插秧前再浅耕细耙耖平。如在早稻收后插晚稻，相隔时间很短。收稻前排水不宜过干，收后立即灌水犁耙耖平。有的为抢农时，不再犁耙，仅用旋耕机加轧磙在田间旋耕、磙打几遍，即行插秧。如前茬为春旱作物，收后应及时进行干耕、翻埋残茬，随即灌水耙沤，犁耙耖平插秧。②收稻后，复种秋旱作物，如种泥豆，为了抢季节播种，多采取板田播种，通称禾根豆。如种甘薯，则在收稻后立即犁耙，起垄栽植。

中国北方一熟地区水田的土壤耕作 北方一年一熟地区盛行水稻连作，一般于收稻后尽量及早秋耕晒垡，来年初春随着解冻一定深度即行耙碎土，然后灌水泡田，细耙耖平。待田间杂草长出后，再水耙除草，或者用化学除草剂除草。未经秋耕的水田多于早春耕翻晒垡，再灌水泡田粗耙一次，此后的耕作和除草方法与秋耕地同。

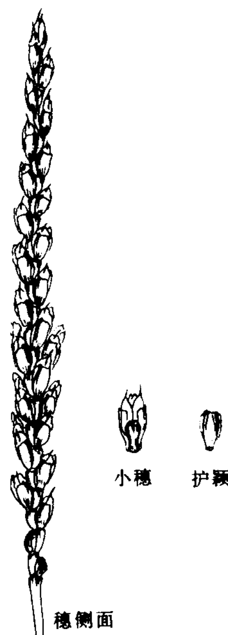
水直播田的土壤耕作与秧田基本相同。**旱直播田的土壤耕作**与旱作物的整地基本相同。但要求田面高度平整，表土细碎，田面高度差一般不大于3厘米，以保证稻种发芽出苗整齐。这是直播成败的一个关键。一般经过秋耕，春季顶凌耙地，播前再耙耢镇压，然后播种。 （魏贞莹）

水育秧 (watery rice-nursery) 整个育秧期间秧田以淹水管理为主的传统育秧方法。水育秧对利用水层保温防寒和防除田间杂草有一定作用，且较易拔秧，伤苗少，育秧成本低。盐碱地秧田淹水，有防盐护苗的作用。水育秧的方法是：秧田先施基肥，然后灌水进行水耕水耙，开沟做床，床宽1～1.5米，沟深10厘米，平整后排除畦面水层，整平床面，稍晒至泥不沾手时，再灌水3～4厘米播种。或先行干耕干耙做畦，然后灌水平整，灌浅水层播种。播后根据秧苗生育和天气寒暖调节水层深浅。除为了促进幼苗扎根，播后3～5天短期排水晾田外，田面基本上保持水层。秧田期追肥2～3次。水育秧播种后，因秧田经常淹水，土壤氧气不足，影响秧根下扎，芽长根短，引起倒芽。亦易受绵腐病、稻摇蚊幼虫的为害，发生烂秧。播后如遇高温，浅水育秧会发生烫芽坏种。因此20世纪50年代末以来，水育秧已逐步为湿润育秧、保温育秧、旱育秧等方法所取代。 （高佩文）

水直播 (water seeding of rice) 把水稻种子直接**播种**在经过耕耙整平并灌好浅水的稻田里的一种栽培方法。水直播是在灌水后整地，容易将田面整平，有利保苗、控制杂草和减少渗漏。但水整地田间作业困难，机械作业效率低，一般多在播种季节降水多、地势低洼、排水不良的稻田采用。中国主要分布在黑龙江省和部分国营农场。美国有一半水稻田采用水直播，利用飞机进行播种、喷药、施肥。

栽培技术：①细致整地。在机械旱耕、旱耙、旱平的基础上，按等高筑埂分成格田，灌水浸泡后再按格整平。②适期播种，提高播种质量。早籼稻宜在旬平均气温稳定在12～14℃，早粳在10～12℃时，选晴天播种。为保证全苗，播前进行种子处理，催芽至露白为度。机械播种要先行除芒，可不催芽以防伤芽。方法有撒播、条播和点播。播种时宜有浅水层，田面泥浆厚薄适宜。机械播种时，也有排除水层在湿润条件下播种的。③匀苗补苗、消灭杂草。稻苗3～4叶期，进行匀密补稀，达到苗全苗匀。在播前半月左右灌浅水诱发杂草萌芽后再灭草，3～4叶期结合中耕进行除草。④加强苗期水肥管理：北方水直播田，为了保温和抑制杂草生长，播后保持5～6厘米浅水层，幼苗现青时排水晒田3～5天促进扎根，以后看天气冷暖掌握水层深浅。南方晚稻见芽后不能有水层，以防烫死幼芽，高温季节要流水灌溉。在幼苗1叶1心期施离乳肥，并适期追施分蘖肥和穗肥。 （高佩文）

斯卑尔脱小麦 (dinkel) 小麦属的六倍体种之一，学名 *Triticum spelta* L.。染色体数 2n=6x=42，染色体组型AABBDD。是小麦属中唯一的穗轴折断方式为下节位的种。是粮用作物，其面粉制成的面包不易变质。起源于伊朗，现只在西班牙、联邦德国、奥地利、瑞士和比利时有极少种植。在苏联外高加索山地区和中亚混生于普通小麦田中。现已知有60个变种。



斯卑尔脱小麦

幼苗叶片较窄，成株叶片几乎无毛。叶耳大，有茸毛。株高100～120厘米，茎秆直立，较抗倒伏。护颖坚韧，颖肩方形，颖嘴短而钝（见图）。外颖有芒或无芒，穗长10～15厘米，每穗有16～23小穗，小穗排列稀，小穗密度D=15～22，穗横断面为方形或长方形。穗轴的小穗着生处宽，多为空心，脆弱，成熟或脱粒时从此处断落。籽粒带皮（稃），极难脱粒，硬质，长形，两端稍尖，顶端冠毛明显。有些品种蛋白质含量高达24%左右。冬性、春性

皆有，成熟晚。感染白粉病、锈病和散黑穗病。耐瘠薄，抗旱性较弱。

斯卑尔脱小麦在联邦德国、捷克斯洛伐克等国选育耐瘠薄条件的普通小麦品种中起了一定作用，如捷克斯洛伐克的冬小麦品种赫东尼斯卡·奥西那特卡(Hodoninska Osinatka)及其派生品种狄阿那II(Diana II)中，就有斯卑尔脱小麦的血统。

（郑殿升）

斯普赖格，G. F. (George Frederick Sprague, 1902～) 20世纪国际著名的玉米遗传学家和生物统计学家。1902年9月3日出生于美国内布拉斯加州克莱特(Crete)地方。1924年毕业于内布拉斯加州大学，1926年获硕士，1930年获康乃尔大学博士。大学毕业后一直在美国农部供职，被派驻一些州农业试验站工作。逐级晋升为主任农艺师，一度兼依阿华州大学农艺系教授。1958年起主持美国农部玉米、高粱研究处工作。1972年退休后任伊利诺斯大学教授，同时从事玉米遗传研究。



他兴趣广泛，从玉米的经典遗传到数量遗传，从自交系、杂交种的选育到群体改良，从实际育种到有关的基础理论，都曾涉及。1927～1983年间，共发表130多篇论著，其最大特点是善于运用数量遗传学原理，提高玉米育种水平。1942年他与L. A. 泰理(Talum)第一次给配合力下了定义，并分解为一般配合力和特殊配合力两种组分，有力地推动了玉米自交系早代测定和综合评价的开展。这个概念以后逐渐扩大应用到其他作物的育种领域。1955年由他主编的*Corn and Corn Improvement*《玉米和玉米的改良》一书是国际上从事玉米育种专业所必备的文献。1977年再版。他对玉米轮回选择的理论与实践深有研究，1939年建立伊阿华硬秆综合种时，就倡用过半姊妹轮回选择法，以后又提出一些改进方案，为玉米轮回选择法的不断完善作出了贡献。据1980年报道，美国1979年采用具上述综合种血统的玉米自交系配制的杂交种子占当年种子总量的42.4%。

斯普赖格是美国农艺作物、生物统计、植物生理等学会的成员。1960年担任美国农艺学会主席，1968年当选为美国科学院院士。他六十多年如一日献身于玉米改良研究，曾获美国农部优异服务奖、作物学会作物科学研究奖、国家植物育种委员会奖，并受到国际农学界的尊敬和赞扬。

（庄巧生）

四化一供 “种子生产专业化，加工机械化，质量标准化，品种布局区域化，以县为单位组织统一供种”的农作物良种繁育推广体系，简称“四化一供”。1984年1月针对农村经济改革的需要，将“以县为单位组织统一供种”改为“有计划供应良种”。

“四化一供”是1978年中华人民共和国国务院为加强和健全种子工作而提出的，逐渐以专业化生产种子代替农民自己留种的发展方向，这是中国传统农业走向现代农业的必然趋势。实行“四化一供”便于加强技术指导，提高种子质量，充分发挥良种的增产作用，同时也能节省人力物力。

种子生产专业化，即根据各种作物的用种需要建立专门的种子生产基地，如国营良(原)种场及特约繁种基地等，按照操作技术规程，有计划地繁殖原种和杂交种的亲本以及大田生产用种。种子加工机械化即把种子生产基地生产出来的种子进行机械加工，包括烘干、清选、精选分级、拌药消毒等。种子质量标准化就是要求供大田生产用的种子及原种种子，应按照规定的技术标准进行检验，要求达到国家规定质量标准，品种布局区域化即按照作物不同的区域适应性，合理安排品种布局，在一个自然区域内，选用适宜的当家品种、搭配品种及接班品种。有计划的供应良种，就是根据种植计划，按照需要由种子公司统一组织良种繁育，统一收购、加工、保管，并按一定程序进行种子检验。合格的才能销售供大田生产使用。改变了过去分散留种或种子与粮食不分的状况。

供种形式有三种：①全县建立一个种子加工厂，以及相应的种子仓库、晒场、检验室等附属建筑设备。在种子加工厂附近建立主要农作物种子生产基地，由县种子公司直接组织产、购、销。②按自然区域，将全县划分为若干片，分片建立中心种子站或分公司。每个中心种子站建有种子仓库、晒场、加工车间、检验室等设备，并相应地建立种子生产基地，在县种子公司的领导和统一规划下，负责本片的种子生产、加工、保管和供应业务。③县、区、乡、村联合供种。

（伍先知）

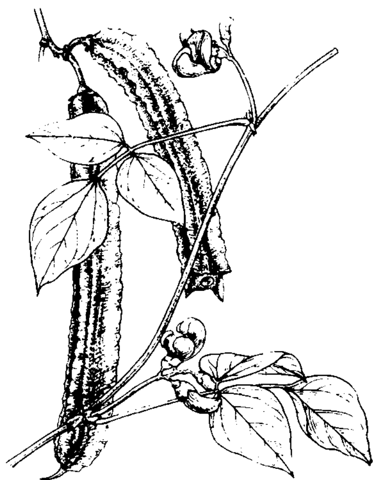
四棱豆 (winged bean) 豆科四棱豆属中的唯一栽培种，学名*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.，一年生或多年生缠绕性草本植物。荚有四棱，故名；因棱边延展似翼，又名翼豆。主要用作粮食和蔬菜，也用作油料、饲料、绿肥和药用。

对四棱豆的起源有三种见解：即原产于非洲东海岸(包括马尔加什和毛里求斯)；起源于巴布亚新几内亚；起源于印度-马来西亚。亚洲东南部、非洲、南美洲，以及太平洋南部一些岛上均有种植。主产国为缅甸、印度、印度尼西亚、巴布亚新几内亚、菲律宾、泰国和越南。除巴布亚新几内亚外，其他均为零星栽培。每公顷产种子750～2 000千克，生产块根2 000～

10 000千克，嫩荚产量为2 500～11 000千克。

B. 弗德库特(Verdcourt)将四棱豆属分为9个种，其中只有1个栽培种。这个栽培种的野生种尚未发现，在非洲发现有4个近缘的野生种，其中只有*P. palustris* Desv. 和 *P. scandens* (Endl.) Verdc.偶尔被栽培。染色体数2n＝18。根据利用价值，栽培种分三个类型：种子型；块根型；种子和块根型。印度新德里国立植物遗传资源局搜集的种质资源约1 000份；泰国科学技术研究所有1 000份，菲律宾植物育种研究所有400份；印度尼西亚88份；巴布亚新几内亚17份。这些种质资源分为两大类型，一类产于巴布亚新几内亚。荚长5～30厘米，叶卵圆或正三角形，茎、叶、荚上普遍具有花青素，对拟锈病 *Synchytrium psophocarpi* 抵抗力差，产量低。另一类产于印度尼西亚。荚长超过70厘米，种皮褐色，也有白色和黑色，叶披针形、卵圆披针形或长披针形，叶、茎、荚无花青素，花深紫色、白色或浅蓝色，营养生长旺盛，晚熟，产量高，对拟锈病具有高水平的抵抗力。

四棱豆根系发达，能形成块根，随着植株生长根瘤相互连结成根瘤块，固氮力强。茎绿无毛，长3～5米，长的可达10米以上，分枝性强。三出复叶，叶柄长而坚实，小叶宽卵圆形，顶部急尖，光滑无毛。总状花序，一个花序上生2～10朵花，花冠一般紫蓝色，少有白色。自花授粉，子房有许多胚珠。豆荚长15～70厘米，一般30厘米左右。每荚含种子4～20粒，球形，圆滑光亮。种皮白色、褐色、黑褐色和黑色。种脐大而明显。百粒重25～40克。为短日性热带作物，需要湿热的气候条件，对光温反应敏感，在年平均温度15.4～27.5℃的地区才能栽培。对土壤要求不严，全**生育期**120～240天。子叶不出土。



四 棱 豆

四棱豆有单作，也有与花生、西瓜等矮生作物间作，或与黄瓜、早大豆、春马铃薯**轮作**。**播种**前深翻、整地、挖穴并施足基肥。特别要施钾肥。播前晒种1～2天，并进行消毒、浸种和催芽。播种期因条件而异，湖南省南部山区在5月上中旬播种，播种量每公顷15千克左右。苗期中耕1～2次，7～8片叶时追肥和定苗，每穴留苗一株。幼苗8～10叶时全部打顶，促进低节位分枝，并设立支架。抽蔓后根系生长迅速，可深中耕，以改善土壤结构，促进根系生长和根瘤形成，追施钾肥及叶面喷施磷肥，可促使早现蕾开花。应加强病虫防治，以收种子为目的，豆荚变黑后分批采摘；收嫩荚作蔬菜用的，开花后12～15天，豆荚呈黄绿色，即可采摘。每公顷干豆产量2 400～4 500千克，青荚35 000千克，块根为2.5～60吨。主要病害有轮纹病、花叶病毒病。主要虫害有地老虎、豆蚜和豆荚螟等。

四棱豆种子蛋白质含量为30～45%，脂肪17～28%，碳水化合物25～37%；块根的蛋白质含量为20～25%，脂肪0.5～1.1%，碳水化合物48～56%，纤维6～21%；叶含蛋白质5～15%。脂肪0.7～1.1%，碳水化合物7～9%；嫩荚含蛋白质2～3%，脂肪0.2～0.3%，碳水化合物3～8%，籽粒蛋白质中8种必需氨基酸含量为：赖氨酸7.4～8.0%，苏氨酸4.3～4.5%，缬氨酸4.9～5.7%，蛋氨酸1.2%，异亮氨酸4.5～5.1%，亮氨酸8.6～9.2%，苯丙氨酸4.8～5.8%，色氨酸1.0%。嫩荚、花和嫩叶均可作蔬菜，种子可榨食用油、制粉、乳液、人造黄油、蛋白质浓缩物及无咖啡因的饮料等。种子富含维生素E。块根肉质脆嫩，适宜煮、蒸、烤、炒、煎后食用。四棱豆的生物产量较高，也是一种很好的饲料。（杨国兴）

四自一辅 “……主要依靠群众自繁、自选、自留、自用，辅之以必要的调剂。”的种子工作方针。1958年4月中国农业部在全国种子工作会议上针对当时生产实际提出的。简称“四自一辅”。这一方针主要精神是充分依靠群众自力更生地开展种子工作，由国家给予必要的扶持。

中国是一个农业大国，长期以来一直是一家一户的小农经济、生产用种主要依靠农民自己留种。1949年中华人民共和国成立以后，农业生产有很大发展，农民对良种的需要日益迫切，当时国家虽然成立了很多科研单位，国营农场和良、原种场，开始选育和推广良种，但当时全国每年需要各种农作物种子1500万吨以上。如此庞大的需求数量，在没有实现种子生产专业化之前，只靠国家提供是无法得到满足的，只能依靠群众，发挥农民自己选种留种的传统习惯，实行“四自”，解决生产用种问题。避免远途大量调运或留种不够时以商品粮当作种子。但是各地生产条件不同，不同年份有丰有歉，有时还会遭受自然灾害。如果要求所有生产用种都由农民自己解决，也有实际困难。同时新选育与引进的品种的示范、繁殖、推广，也应该

由国家机构负责。因此种子工作的开展，除“四自”外，还需要一辅，即需要国家的协调和扶持。

在四自一辅方针的推动下，30年来中国良种繁育工作有一定发展。60年代初形成了县、社和队三级良种繁育体系。即建立县良种场(全民所有)，承担繁育原种和一级原种，公社建良种场或良种队，繁殖一级原种和良种，起“一辅”作用。大队建良种队，生产队建立种子田，实行“四自”，生产大田使用良种。70年代初有些地方又出现了“三有三统一”的供种形式。即公社、大队建立的良种场(队)设有专门人员、专用种子生产基地、专门仓库，实行公社、大队统一繁育、统一保管、统一供种，使留种制度由分散走向集中，由四自走向公社，大队为单位统一供种的新形式。70年代后期，有些地方由于农村经济的迅速发展和杂交种的大面积推广，也由于政府机构对种子工作的领导加强和种子公司的经营能力改善，县供种数量和质量日益提高，“四自一辅”已不能满足和适应生产发展的需要，正进一步探索新的形式。 (伍先知)

饲料轮作 (forage crop rotation) 在同一块田地上，有顺序地轮种各类饲料作物的**种植方式**。饲料轮作有利于保证饲料周年平衡生产，满足不同畜群对饲料的需要。在畜牧业发达的国家，畜牧业比重大的牧区以及农区中以奶牛业、养猪业为主的农牧场，建立饲料轮作，对实现畜牧业发展计划，提高产品数量和质量都有重要作用。在国外，采用饲料轮作比较普遍。英国从18世纪已开始采用多年生与一年生牧草、多汁饲料轮换的饲料轮作，后来相继在欧洲、美洲、大洋洲推行。在苏联多采用苜蓿与猫尾草等混播的多年生牧草(3～5年)、一年生牧草、多汁饲料和一些不耐连作的**经济作物**的轮作。加拿大则推行青饲玉米、**燕麦**、**大麦**与多年生牧草轮作。美国多采用三叶草和猫尾草的混合牧草与一年生饲料作物玉米和燕麦等作物轮作。在畜牧区，多年生牧草占耕地面积的40～50%。在中国有计划地建立专业性饲料轮作，是从20世纪50年代开始的，主要是在畜牧业比重较大的国营农场采用。

饲料轮作有两类：①养畜场附近饲料轮作。以生产鲜嫩多汁饲料和青割饲料为主，这些饲料是质量要求高，且体积大、含水量多、运输困难、不易贮藏的块根、块茎类的作物，瓜类、蔬菜类和青贮饲料作物，将这些作物安排在这类轮作中，可以就地满足不便远处放牧的幼畜、孕畜、奶牛、猪群对青鲜饲料的需要，既保证饲料质量，又可减少长途运输。②放牧场饲料轮作。是在离养畜场较远，产量较低的天然草地或经改良的草地上，在一定时期内，翻耕播种一年生饲料作物和多年生牧草轮作，通过灌溉施肥，以提高饲料牧草的产量和品质。轮作中多年生牧草，初期以割晒干草为主，二三年后作放牧用。

中国采用的是饲料轮作或青饲**复种**，即养猪场附近的青饲轮作：①青刈大麦间豌豆—南瓜间猪苋菜—秋甘蓝(或胡萝卜)→青刈油菜间紫云英—莴苣间青刈甘薯蔓—饲用甘蓝→青刈蚕豆间牛皮菜—蕹菜(长江流域)；②青刈大麦—西葫芦—白菜(华北)；③青刈大麦(或燕麦)间**豌豆**(或春苕子)—青刈**秣食豆**(或猪苋菜)→青刈玉米间甜菜—胡萝卜、芜菁(东北)；④**马铃薯**—蕹菜—秋甘蓝(长江流域)。

奶牛场附近的青饲轮作：①青刈**大麦**(或燕麦)间**豌豆**、苕子—青刈玉米间大豆—秋甘蓝(或胡萝卜)(长江流域)；②谷子间**紫花苜蓿**→紫花苜蓿(2～3年)→饲用瓜类—青刈玉米→饲用甜菜(西北)；③青刈玉米间大豆→青刈大麦(或燕麦)—青割玉米→青刈秣食豆→胡萝卜(东北)。 (钟树福)

饲用大麦 (feeding barley) 以籽粒或茎叶作为饲料、饲草喂饲畜禽的**大麦**。世界大麦总产量的70～80%，用于饲料，主要用籽粒作精饲料，其次是用茎叶作青饲料、青贮饲料或干草等，还可作发芽饲料。

青饲料是指大麦在营养器官生长期或生殖器官生长初期刈割，即以鲜草饲喂家畜。青饲料大麦柔嫩多汁，含有丰富的蛋白质、多种维生素和矿物质，适口性好，易于消化。由于大麦生育期短，而且前期生长较快，因而能较早地提供青饲料，有助于缓和或解决畜禽冬春期间可能出现的青饲料缺少或营养不足的问题。

大麦生长到乳熟期或蜡熟初期，将其刈割、切短、压实密封于青贮塔或青贮窖中，使之进行嫌气的乳酸发酵而制成青贮饲料。良好的青贮饲料基本上保留了青草的营养物质，可在大麦非生长季节内为家畜提供优质饲料，以保证冬春期间的营养需要，从而维持畜产品常年的均衡生产。青贮大麦有增强奶牛食欲和提高泌乳量的效果。适于青饲、青贮的饲用大麦品种，要求前期生长发育快，分蘖多，茎叶繁茂，茎秆坚硬抗倒伏，抗(耐)病性好，产草量高。中国内蒙古自治区凉城的洋草麦，加拿大的康奎斯特(Conquest)等品种适于作青饲料或青贮饲料。

大麦鲜草经过日晒或其它干燥方法(如烘干)制成的干草为家畜的优质粗饲料。如刈割适时，处理得当，所制成的干草仍具有青绿的颜色和芳香的气味。大麦干草含有较高的蛋白质和较低的粗纤维，是冬春季节优质的粗饲料。

大麦籽粒中含有9～18%的粗蛋白质，是畜禽优良的精饲料，其营养价值高于燕麦而稍低于玉米，但其可消化蛋白质、赖氨酸、缬氨酸、维生素的含量则超过玉米。以大麦籽粒作精料饲喂畜禽，可提高脂肪的

硬度和瘦肉的比率，对生产猪肉及黄油效果更为明显。大麦籽粒在猪的配合饲料中，所占的比例一般为20～40%，瑞典、丹麦等国高达60～70%。在生产上宜选富含蛋白质和高赖氨酸的大麦良种。中国内蒙古自治区的草大麦、江苏省的海安大麦、美国的布文尔(Bower)大麦是用作精饲料的良种。

用大麦籽粒发芽制作的发芽饲料，可为禽畜提供维生素A、B、C及E等，对保持畜禽正常生长及提高种畜繁殖能力有一定作用。在中国北方冬季较长的地区，一般多利用暖室或温床制作大麦芽，麦芽长度4～5厘米为宜，用以饲喂幼畜、种畜及高产乳牛。家畜冬季加喂大麦芽，可提高产蛋率10～20%。此外，麦芽具有甜味，在畜禽饲料中还可起到调味作用。

大麦秸秆是收获大麦籽粒的副产品，其营养价值虽低于大麦干草，但仍高于一般谷类作物的秸秆，适口性也好，也是草食家畜的良好饲料。为了提高大麦秸秆的饲养效果，可用碱化（5%的NaOH溶液）及发酵等方法处理。例如，秸秆中最难消化的粗纤维，一般消化率不超过50%，碱化后可达70%。又经过自然发酵后，具有酸、甜、软、香等特性，家畜采食量增加，较未发酵的提高1.5～2倍。将秸秆切短后粉碎，也可以用来配制猪饲料。（拾方坚）

菘蓝 (woad)　十字花科菘蓝属中的栽培种，学名 *Isatis indigotica* Fort.。二年生草本植物。别名大蓝、大靛、大青。是"蓝"中最主要的一种，早在公元前240年荀子就说过："青，取之于蓝而青于蓝"。"蓝"在中国有悠久的应用历史，主要作染料或药用。根入药称板蓝根，叶入药称大青叶，鲜叶也是制作青黛的原料。原产中国。主产河北省安国县，江苏省如皋、南通县。黑龙江、北京、河南、安徽、浙江和上海等地均有栽培。

株高40～100厘米。主根深长，直径1～2.5厘米，长20～50厘米，外皮浅黄棕色。茎直立，上部多分枝，稍带粉霜。叶互生，基生叶大，叶片长椭圆形，淡粉灰色，平滑无毛；茎生叶长圆形或长圆状披针形，下部叶较大，向上渐小，先端钝或尖，基部垂耳圆形，半抱茎。复总状花序，花黄色。角果扁平椭圆形，边缘翅状，紫色。花期4月至5月，果期6月。

适应性较强，能耐寒，喜温暖，怕水涝。温度适宜时，叶片生长肥大。在疏松肥沃排水良好的砂壤土中生长，根部顺直，光滑，产品质量好。

用种子繁殖，播种前施足基肥，深耕细耙整地作畦。于3月下旬至4月上旬播种，夏播不迟于6月。多用条播法，按20～25厘米开条沟，沟深1.5～2厘米。将种子用水浸后沥干，伴入细土，均匀撒入沟内，覆土0.5～1厘米，稍加镇压。每公顷播种量22～30千克。株高4～7厘米时按株距6～7厘米定苗，同时进行除草、松土，定苗后视植株生长情况，进行浇水和追肥。生长前期一般宜干不宜湿，促使根部下扎，生长后期适当保持土壤湿润，促使养分吸收。病虫害有霜霉病 *Peronospora parasitica*、白锈病 *Albugo candida*、菌核病 *Sclerotinia sclerotiorum*；菜白蝶 *Pieris rapae*、小菜蛾 *Plutella maculipennis* 及蚜虫。如管理得当，长江沿岸地区每年可采叶三次，北方一般可采叶两次。每公顷可收干叶1 200～1 350千克。入冬前挖收根部，除去泥土，晒至半干，顺直，扎把后再晒干。每公顷可收干根1 500～2 250千克。在收获根部时可选根系长直、粗壮、皮色良好、无病虫害的作为母根，另行移栽，翌年采种。亦可原地留种，收第三次叶后，不挖根，当年再长新叶，越冬后采种。也可在9月份另行播种，冬前间苗，不采叶，仅作来年留种用。



菘　蓝

根中含靛甙(Indoxyl-β-glucoside)、β-谷甾醇、靛红(Isatin)、板蓝根结晶乙、板蓝根结晶丙、板蓝根结晶丁。又含植物性蛋白、树脂状物和糖类等。还含有精氨酸、脯氨酸、谷氨酸、酪氨酸、γ-氨基丁酸、缬氨酸和亮氨酸。菘蓝叶亦含靛甙。药理实验：有广谱抗菌、抗炎和解热作用。根及叶均味苦，性寒。功能清热、解毒、凉血。用于温病发热，发斑，风热感冒，咽喉肿痛。丹毒，流行性乙型脑炎，肝炎和腮腺炎等症。（洪　恂）

苏丹草 (sudan grass)　禾本科高粱属的一个种，学名 *Sorghum vulgare sudanense* (Pipes) Stapf.。一年生草本植物，是一种重要夏季饲料作物。原产非洲北部。1909年自苏丹引入美国，后又从美国引到南非、大洋洲、南欧和南美等地。中国大部分地区已有栽培。

根系发达，大部分根群分布在0～50厘米土层内。株高2～3米。叶片宽线形，长40～60厘米，宽4厘米左右，每一个茎上有7～8片叶，叶色深绿，表面光滑，边纹稍粗糙，主脉明显。无叶耳，叶舌膜质。圆锥花序，穗枝梗长10～20厘米，每节着生两个小穗，一个无柄，可结实，另一个有柄，为退化花，不结实。种子扁卵形，有黄色、褐色、黑色，千粒重9～10克（见图）。



苏　丹　草

适应性很广，喜温暖的气候，在北方也能良好生长。对土壤要求不严，只要排水通畅，各种土壤上均可生长。在含氯盐0.25%左右的土壤，或酸性较强的红壤土上也能生长。较耐湿，抗旱。但耐寒力差，一遇寒霜，植株凋萎或枯死。气温15℃即可正常发芽生长，20℃以上发芽最快，所以春季不宜过早播种。在长江中下游一般5月上旬前后为宜，可以至7月上旬以前分批播种。播种量15～30千克/公顷，种子生产田，播种可较少，行距45厘米。种子产量每公顷为750～2 250千克。鲜草为各种家畜和草鱼所喜食，每公顷产量为45～75吨。幼苗期含有氢氰酸，要防止牲畜中毒，一般当植株高达50～60厘米时刈割，再生性好，每年可刈割三四次，刈后稍加晾晒即可避免中毒。开花期鲜草含干物质23.4%。干物质中含粗蛋白质8.1%，粗脂肪17%，粗纤维35.9%，无氮浸出物44.0%，灰分10.3%。（杨运生）

宿根蔗（ratoon cane）　上季甘蔗收获后，留在地下蔗蔸上的芽萌发长成的甘蔗。亦称旧头蔗、老头蔗。从新植砍收后的蔗蔸萌发长成的甘蔗称第一季（年）宿根蔗。中国蔗区一般宿根1～2季，也有3季以上。古巴一般宿根4～5季，澳大利亚一般宿根2～3季，美国一般宿根2～3季。但个别国家和地区亦有宿根长达十几年以上。宿根蔗不需重新整地、播种，可省工省种，成本较低；较新植蔗早生快发，成熟较早，有利于糖厂提早开榨；冬季温暖的蔗区，宿根蔗早砍收还可多种一季冬作物。宿根性好的品种，第一季宿根蔗可与新植蔗平产或较新植蔗增产。宿根蔗是甘蔗生产上重要的栽培制度之一，世界产蔗国普遍采用宿根栽培。中国宿根蔗约占甘蔗栽培总面积的40%左右。

蔗蔸萌发生长的特点　宿根蔗老根系仍具有相当强的吸收机能，新根系发生又比新植蔗早得多，前期、中期生长较新植蔗快。但因宿根蔗着生的部位比新植蔗高，其根系分布较浅，后期持续生长比不上新植蔗。宿根蔗蔸的芽数比较多，蔗蔸上的芽因着生的部位不同，其壮弱差别很大，萌发出苗的时间也参差不齐，成茎率低。一般蔗蔸的下位芽壮，萌发率高、萌发早，成茎率高；蔗蔸上部的芽较易受低温、干旱的影响，萌发率低，萌发迟，萌发的蔗株弱小，根系又浅，成茎率很低。由于上季甘蔗收获时部分蔗桩砍裂和病虫为害，缺株断行现象比较普遍，因此有效茎数显著减少。宿根年限愈长，有效茎数愈少。宿根蔗本质上是一种连作，随着宿根年限增长，土壤肥力降低，有效养分减少，根系分泌的有毒物质累积增多，病虫害加剧，减产的幅度也随着增大。

栽培要点　①选用宿根性强的品种。一般中细茎种宿根性较好，大茎种宿根性较差。但品种间的宿根性差异也很大，必须根据各地的栽培条件酌情选用。②种好上季甘蔗，培育好地下芽。前一季甘蔗应适当密植，增施有机肥，加强后期水肥管理，适施"壮尾肥"，注意防治病虫害。③适时砍收，保证砍收质量。甘蔗收获期与宿根的发株数和成茎率有密切的关系。常年有霜冻的蔗区，过早收获，经历冬季低温干旱的时间长，蔗蔸缺乏地上部保护，砍口溢泌物易引起蔗桩腐烂。中国华南蔗区收获期若遇春雨，收获时土壤易被踩实板结，对宿根发株不利。砍收时要求砍口平整无破裂，留蔗桩高度10厘米左右。④彻底开畦松蔸。即犁开蔗畦，锄松蔗蔸上的土壤，以利通气，提高土温，促进蔗蔸发株。开畦松蔸宜早不宜迟。冬春气温较高的蔗区，可随收随开。冬季有霜冻的蔗区，要保护蔗蔸安全过冬，宜待终霜后进行。早开畦松蔸结合地膜覆盖，可保温保湿，促使提早发株，提高发株率，增加有效茎数，可获得显著的增产效果。⑤田间管理早。由于宿根蔗发株早，前、中期生长快，施肥灌水、查苗补苗、中耕培土、病虫防治等措施均应比新植蔗提早进行；总施肥量特别是氮肥施用量要比新植蔗多，其他管理与新植蔗相同。（周承垩）

粟（foxtail millet）　禾本科黍族狗尾草属中的一个栽培种，学名*Setaria italica* (L.) Beauv.，一

年生草本植物。中国作为粮食作物栽培,兼作饲草。有的国家以饲用为主,籽粒亦供食用。

粟在中国北方通称谷子,南方为了区别于稻谷,常称为粟谷、狗尾粟或小米。中国古代甲骨文称为禾,经典著述中称为粱。汉以后以穗大毛长者为粱,穗细而毛短者为粟。前汉《氾胜之书》和北魏《齐民要术》称为穀。秦汉以来训诂学家将"稷"字解释为粟,明徐光启《农政全书》沿用此说,但在作物学中均避免以"稷"字为粟,可视为别名。秦汉字书《尔雅》尚有"秫"字,释为粘谷,至今有的地方仍称粘谷为秫谷。

生产和分布 中国是世界上种粟最多的国家。北起黑龙江黑河,南迄海南省崖县;西起新疆、西藏,东到台湾都有生产。主要产区分布在淮河、汉水、秦岭以北,河西走廊以东,阴山山脉、黑龙江以南,渤海以西,约相当32°N～48°N和108°E～130°E之间的地区内。粟的播种面积约占全国粮食作物播种面积的3.3%。种植最多的是黑龙江、河北、内蒙古、山西,其次为吉林、辽宁、北京、天津、山东、河南、陕西、甘肃。上述12省(自治区)、市集中栽培了全国95%以上的粟。种植比重较高的地区是晋东南,河北的张家口、承德,内蒙古的赤峰,辽宁的朝阳,黑龙江西部等丘陵山区及其附近的平原坡地。有些县占粮田的20%以上,少数达30%。在南方,粟一般分散在丘陵和山区旱地上,比重很小。20世纪50年代以来,粟的生产起伏不定。1953年播种面积近1 000万公顷,总产量1 030万吨;历史上最高年产量是1952年的1 155万吨,当年播种面积为1 000万公顷。以后面积不断下降,1981～1985年年平均播种面积382.6万公顷,年平均产量657.5万吨。1986年面积为298.0万公顷,总产量454.0万吨(见表)。

中国各地1986年粟的播种面积与产量

地区	播种面积(kha)	总产量(kt)
北京	12	21
天津	14	33
河北	631	1 088
山西	381	632
内蒙古	414	383
辽宁	206	279
吉林	218	300
黑龙江	409	601
山东	209	626
河南	195	226
陕西	172	216
甘肃	67	84
宁夏	24	14
全国	2 980	4 540

据联合国粮农组织报告(ERS 152和153)估计,粟占粟类作物的24%,其中90%以上栽培于中国,其它栽培较多的国家有印度。此外,苏联、罗马尼亚、波兰、南非、澳大利亚、加拿大、美国、伊朗、阿富汗、朝鲜、日本、阿根廷、孟加拉等国亦曾有少量栽培。

起源 历来公认粟是起源于中国或东亚的古老作物。中国学者从考古、农史、野生种及种质资源等方面分别提供了根据。考古学家证明,粟是黄河流域新石器时代文化中最主要的栽培作物。代表中国新石器时代早期文化的河北武安磁山遗址(公元前5400年)、河南新郑裴李岗遗址(公元前5935年)分别有谷子的种子和米粒出土,经鉴定均有七八千年的历史。属于新石器时代中期的西安半坡村遗址(公元前4115～前3635年)出土的陶罐内盛有粟粒。还有多处新石器时代晚期文化遗址出现大量谷粒,分布范围很广,北起山西、河北,南到云南剑川,东达台湾高雄,西止青海乐都。自有文字记载以来,更有实物与文字相印证的文物出土,如汉墓中的陶仓,内装粟粒,外有文字说明。

粟的亲缘最近的野生种狗尾草,在中国是分布很广的杂草。狗尾草与粟形态相似,染色体数相等(2n=18),很容易杂交,后代有育性不完全的现象。据同工酶分析,两者的酯酶谱带也很相似,更进一步表明它们亲缘关系相近。

中国拥有极丰富的粟种质资源。Н. И. 瓦维洛夫和 Г. М. 茹科夫斯基(Жуковский)都把中国列为粟的起源中心。

在古代中国与其周围的东亚国家和中东国家交往中,粟传播到四周各国。德坎多(de Candolle)根据欧洲湖上居民在瑞士和奥地利的遗址中普遍有粟的遗存,推测粟是由阿拉伯、小亚细亚、奥地利传入欧洲的。此外,语言上也提供了有意义的旁证:印地语称粟为秦尼(kangni),俄语称小米子(чумизы),格鲁吉亚语称为谷米(гоми)。

1979年 J. M. J. 戴维特(de Wet)等专文论述粟的起源和演化。从粟的古代遗存到粟粒的储存蛋白质等方面进行探讨,认为小粟 *S. italica,* race moharia 起源于欧洲,大粟 *S. italica,* race maxima 起源于中国,形成各自的多样性变异。有人从同工酶的研究论证了存在于欧洲和中国两大基因库。两个起源中心的论点一方面肯定了中国是粟的起源中心之一,另一方面说明起源中心并非单一。

栽培史 粟是人类最早栽培应用的作物之一。在中国,公元前2700年用作祭祀品的五谷中已包括粟在内。至战国秦汉时期,粟已成为种植最多的作物。随着农业的发展,粟的传播不断扩大。汉《盐铁论》提到"江南蜀汉之间伐木而树谷,燔莱而播粟"。唐、宋两朝继续提倡在南方种粟,以后随着农业生产技术的提高,稻麦等得到更大的发展,到宋末粟退居第二三位。元《王祯农书》:"古今谷禄,皆以是为差等,出纳之司,皆以是为准则",可见仍居重要地位。清代以来又向东

北地区发展，直到黑龙江流域。同时，明清两代甘薯、玉米引入后逐渐扩大，取代部分粟的面积。1938年全国种植1 000万公顷，居粮食作物的第四位；1947年全国种植985公顷，居第三位。世界上古代和中世纪粟的栽培也很普遍，曾是欧洲人的主要粮食。至19世纪以后，在东、西欧，粟渐为**小麦**、**水稻**、**玉米**和**马铃薯**所取代

形态　根为须状根系，致密深长，由初生根系和次生根系组成。初生根系为种子萌发根，可伸入土中20～40厘米，四周扩展10厘米左右。在幼苗期主要靠初生根供给水分和养分。4叶期水分条件良好时开始发生次生根，根系扩展迅速，可深入土壤150厘米，四周扩展半径10厘米左右。植株成长后茎基部数节还可长出气生根，既能吸收水分养料，又有强大的支持作用。

茎秆直立。长约60～150厘米，圆柱形，具10～25个茎节，其基部几个节间极短，称为分蘖节，可由此处生出分蘖。有的品种(如小粟类)在中、上部节上可长出分枝

叶着生在茎节上。每节1叶，叶分叶片、叶舌、叶枕等部分，不具叶耳。中上部叶片长25～65厘米，宽2～4厘米，长披针形。叶鞘也含有叶绿体，能进行光合作用　随植株上长，下部叶片陆续失去作用，通常在生长盛期保持12～15叶片(见图1)


图1　粟植株

穗为顶生穗状圆锥花序。因穗颈在成熟时弯曲程度不同使穗在植株上呈下垂或半直立状态。穗长10～30厘米，穗宽1～5厘米，在密生茸毛的穗轴上有着生排列整齐而明显的分枝，按六列到八列成偶数对生排列，每穗约有70～150个一级分枝(俗称穗码)，长1～10厘米。因一级分枝的形态、大小和排列不同形成不同的穗型。在三级分枝的小梗上着生带短柄的小穗，小穗密集成簇称为小穗群。每个小穗的基部有刺毛(或称刚毛)3～5根，为未发育的小穗退化而成。粟的小穗有护颖两片，一大一小，内有两朵花。下面的小花退化，上面的完全花具有内外颖、雌雄蕊、浆片等。雌蕊有羽状柱头，雄蕊三枚。受精后结一粒籽粒，每穗有小穗3 000～10 000个，均有结实能力，故籽粒很小而数量众多(见图2)

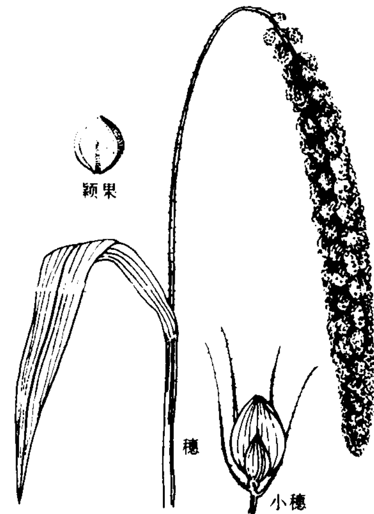


图2　粟的穗型

籽粒为颖果，长约1.5～2.5毫米，宽1.4～2毫米，厚0.9～1.5毫米，千粒重1.5～4.5克。籽粒成熟后颖壳有白、黄、红、黑等不同颜色。脱壳后的小米有黄、白、青等色。许多品种的叶鞘、叶枕、护颖、刺毛等部分可因着生花青素而形成浓淡不同的紫色，是鉴别**品种**的一个重要特征。

生物学特性　生育期短、抗旱、耐瘠、稳产，能在广大地区栽培，尤适于备荒抗灾。

粟的**生育期**为70～140天，夏播一般为70～100天，春播100～140天。其中出苗到抽穗40～100天，抽穗到成熟35～50天。幼苗期主要是营养生长，拔节前后转为**营养生长**和**生殖生长**并进。幼穗分化开始于拔节前后几天内，有分离型(拔节后开始分化)、衔接型(与拔节同时)和提前型(拔节前开始)三种形式。孕穗期20～25天，**抽穗灌浆期**春谷需15～20天，夏谷12～15天。开花后12～16天种子大小即定型。推迟**播种期**，会缩短其生育期，但对产量影响较小。因此，在春旱或其它原因影响正常播种时，种粟比种其它作物减产幅度要小。

粟的幼穗分化过程分为幼穗分化前期、生长锥生长期、穗枝梗分化期、小穗小花分化期、**雌雄蕊分化期**和花粉母细胞减数分裂期等。掌握各个时期与叶龄指

数的关系可为田间管理采取适当促控措施提供依据。

粟是喜温作物，要求积温在1 600～3 000℃。夏播早熟品种要求积温较少，春播晚熟品种要求积温较多。由出苗到抽穗为可变的营养生长期，对积温的要求可有较大的伸缩性。但生殖生长开始以后，要求积温比较稳定。粟在各个不同生育阶段所需温度略有不同。种子萌发最低温度为7～8℃，温度提高到15℃时，发芽率上升到91%左右，温度为17℃时，发芽率可上升到95%。当温度达25℃时，发芽率降低为79%左右。所以15～25℃均为粟的适宜发芽的温度范围。幼苗期不能忍受1～2℃的低温，茎叶生长最适温度为22～26℃，灌浆期为20～22℃左右，14～15℃为临界低温，高于23℃亦不利灌浆。原产于高纬度、高海拔的品种灌浆期所需温度低于平原地区品种。东北地区有的年份在粟的生育期间持续温度较低，能发生冷害。

粟是敏感的**短日性作物**，在试验条件下，短日照10小时能比自然日照缩短生育期10～30天；在南北相距数百公里距离进行引种时抽穗期能出现5～10天的差异；播种期改变而抽穗期变化较小，也是光照条件影响的关系。70年代以来的研究表明，粟具有C_4作物的特点，其叶片维管束内有叶绿体，光合作用最初产物为苹果酸。其净光合强度较高（26～50毫克CO_2/分米^2·小时），明显超过小麦，CO_2补偿点和光呼吸则比较低。光合作用中需光量较大，其光饱和点和光补偿点均较高，良好的光照条件对粟的生育极为有利。在灌浆期尤其需要充分的光照，俗称"晒米"。

粟的抗旱能力强，主要表现在耗水量低。通常引用的蒸腾系数为271，低于玉米和高粱。实际上在不同情况下有变化，范围在112～449之间。

粟植株具有抗旱的形态和生理特点。叶片表皮细胞壁厚，含有大量的氧化硅。单位面积气孔数较多，叶脉间距小（80～97微米）。细胞浓度较高，抗脱水能力较强。

粟种子萌发阶段需水较少，吸水量仅为种子重量的25～50%。一般说来，土壤含水量15%左右适宜发芽，在砂土地上，含水量低至10%亦可发芽。其根部吸收土壤水分能力强，可与黑麦和黑麦草并列。苗期耗水量少，受旱后恢复能力强。拔节后消耗水分开始增加，小花原基分化到花粉母细胞四分体时期是粟需水的第一临界期，所以抽穗开花阶段达到耗水的最高峰。灌浆期是需水的第二临界期，也需要较多水分。中国北方春旱，入夏进入雨季，一般适于粟生长的要求，但自然降雨还不能充分满足其需要，特别是遇到雨季延迟时还能形成旱害。开花灌浆以后需水逐渐减少，水分过多，容易影响根系呼吸，造成地上部分早衰。此时如雨水过多，土壤积水能导致涝害，秋雨淋漓则增加秕谷。

粟根系吸收力强，在养分供应充分的条件下能获得高产。春谷每生产100千克籽粒，约从土壤中吸取N2～4.75千克，$P_2O_5$0.5～2.8千克，K_2O，2～5.7千克，肥料三要素的比例大体上以5:3:4为宜。夏谷稍低于春谷。穗分化期间从土壤中吸收养分最多，以后除继续吸收少部分外，主要在体内各部分之间运转。因此，施肥不可过晚，尤其是氮素施用过多过晚会引起徒长和贪青晚熟。

粟对土壤选择不严，能在瘠薄土地上生长，适宜在壤土、沙壤土或粘壤土上种植。土壤紧密度以容重1.1～1.3较为适宜。土壤酸碱度以中性或弱碱性为佳。但不耐盐渍，土壤含盐量超过0.4%会引起大量死苗。

区划　按自然条件、栽培制度和品种适应性可将中国粟的主要产区划成四个大区：①东北平原区。多为宽行大垄的种植方式。以春谷为主，辽东半岛有部分夏谷。②华北平原区。包括长城以南、淮河以北、太行山和恒山以东的广大平原。此区气候温和，北部多采用两年三熟的种植方式。春、夏谷都有；南部为一年两熟，以夏谷为主。因此，有人将本区划为华北平原和黄淮平原两区。③内蒙古高原区。包括内蒙古自治区，辽宁朝阳、阜新，河北张家口、承德，山西大同，陕西榆林等地区，海拔大部在千米以上，包括一部分浅山丘陵，以春播为主，有少量生育期特短的夏谷。(4)黄土高原区。包括山西忻县地区以南及陕西、甘肃等省的大部，以春播为主，晋南盆地和关中为夏谷区。

在主要产区以外种粟不多，但品种和栽培不同，有人又增划新疆、西藏和南方等生态区。

营养成分　小米含有丰富的营养物质，风干样品蛋白质含量7.25～17.5%，平均11.42%，以高原大粒品种含量较高。小米的赖氨酸含量为蛋白质的1.16～3.65%，平均2.17%。小米粗脂肪含量为2.54～5.85%，平均4.28%。小米的脂肪中主要含亚油酸等不饱和脂肪酸。小米的氨基酸的主要组成部分是谷氨酸、丙氨酸、脯氨酸及天冬氨酸。必需氨基酸含量占氨基酸总量的41.9%，限制氨基酸为赖氨酸，必需氨基酸指数为92.97，因此营养价值较高。将小米和豆类搭配食用则营养更加全面。含有多种维生素，且含有在一般谷物中缺乏的维生素A（每百克含有100～150国际单位）、维生素B_1（每百克含量平均0.57毫克），还含维生素B_2和维生素E。钙、铁、磷等矿物质含量也相当多。此外，含有少量硒素。小米食用的口味与蛋白质含量高低没有直接联系。中国各地的一些传统名米，如山西沁州黄，山东金米、龙山米，河北桃花米等，则因食味好而列为优质品种。

粟秆草中蛋白质含量为4.2%，可消化蛋白随牲畜种类不同而异，如牛为0.6%，马为1.1%。如专门作饲草栽培，养分高于混播的猫尾草和车轴草。

用途　粟粒脱壳成小米供食用。主要栽培种是粳

性小米，除做粥饭外，与豆类混合或单独磨粉可制糕饼。糯性小米主要制作糕点，可代糯米、黍米之用，称为小黄米。还可用制米酒，如山西的潞酒、浙江的黄酒皆味美醇厚，所以造酒用的粘谷特称酒谷。小米作为制醋的配料能保持产品风味，世界上有些国家将粟米粉与小麦面粉配合烤制面包，苏联还用来制啤酒。

粟粒可以入药，《本草纲目》记载："主治养肾气，去脾胃中热，益气。陈者味苦，治胃热消渴，利小便"，"粟芽主治寒中下气，除热除烦消宿食"。除用作中药配方外，还可以配制药疗食品。

粟粒耐储藏。历史上用作储备粮，隋唐时代的含嘉仓出土大量未完全炭化的粟谷，赤峰出土的辽代粟粒还完好无损。这是因为粟粒坚硬的颖壳中含有大量硅素，能起防潮防虫的作用。

粟的秸秆比较柔软，耐储藏，是北方饲养牲畜不可缺少的优质饲草。澳大利亚还在乳产区栽培供放牧之用。副产品的谷糠秕可以饲养猪鸡。粟粒也是精饲料，多制做配合饲料。欧美一些国家以粟粒加工配制或以完整粟穗作为笼鸟的饲料。

参考书目

山西省农科院主编：《中国谷子栽培学》，农业出版社，北京，1987。

胡锡文：《粟黍稷古名物的探讨》，农业出版社，北京，1984年。

Norman, R.M. & Rachie, K.O. *The Setaria Millet*, A Review of The World Literature, Experiment Station, University of Nebraska College of Agriculture, Neb., 1971.

（张履鹏　陈家驹）

粟病害（foxtail millet diseases）　世界上报道的粟病害有四五十种，最主要的有黑粉病、白发病、锈病、谷瘟病等，特别是黑粉病分布最广，是印度粟区的主要防治对象。粟胡麻斑病分布甚广，但为害不甚严重。中国古农书已有病害记载，当时主要根据病征取名。如明《本草纲目》有关于"粟奴"、清《马首农言》有关于"怪谷""竖谷"的记述。20世纪20年代以来，开展了粟病的科学研究，发表了许多论文和专著，对病原的生活史、病害流行与环境的关系、防除方法等均有详细论述。特别是对白发病的卵孢子存活萌发的研究、红叶病病毒通过蚜虫传播的研究、粟瘟病的生理小种分化的研究等，中国科学家作出了主要的贡献。

病害的种类和危害　中国主产区常见病害约10种。感染病害的植株主要表现为两类形式的病征：

第一类侵害茎、叶等绿色组织。发生黑色或褐色的病斑，减少光合作用面积，消耗水分养分，严重时导致叶片枯萎、植株死亡；轻者增加秕粒、降低产量。这类病害主要有：①粟瘟病 *Piricularia setariae*，俗名谷热病、间码、串码等，是一种真菌病害。幼苗期间侵害幼叶形成病斑，重者可致幼苗死亡。带病幼苗的病菌随植株生长而侵害穗颈、穗轴、穗码，致局部坏死。在高温、高湿、多雾年份流行时能使产量降低20～30%，常年在低洼湿地种植发病也比较严重。②粟（叶）锈病 *Uromyces setariae-italiae*，俗名黄疸病、黄锈病，也是一种真菌病害。在长城以北的春谷、华北地区夏谷和南方的粟发病较重。在开花、灌浆期如遇多雨、高温导致夏孢子大量传播时能严重影响产量。③褐条病 *Pseudomonas setariae*，是一种细菌性病害，暴风雨多湿能致病害蔓延。④胡麻叶斑病 *Helminthosporium setariae*，是一种真菌病，在叶片上发生黄褐色病斑，仍能正常抽穗。

第二类是穗部病害，病株不能出穗。或穗码受害，花器变形、变色，轻者部分籽粒受害或籽粒秕小，产量降低。这类病害主要有：①白发病 *Sclerospora graminicola*，俗名灰背、白尖、枪谷、芦心、看谷老等，属真菌病害。病菌的芽管由幼苗芽鞘侵入，可随幼苗生长，在不同生育阶段发病形成不同病征。全国粟田常年普遍发生，有的地块能致严重减产。收获前，病株上的卵孢子已散落土中可以传病；用病株的谷草喂牲畜，在其粪便中残存有活的孢子，可随厩肥传播，故此病较难于彻底防治。②粒黑粉病 *Ustilago crameri*，俗名黑穗、黑疸、黑霉、乌霉，真菌性病害。此病较易防治，但如不采取措施，有时也会局部发生危害。③红叶病 Red leaf virus disease，俗名红缨、红毛、红瘟，是通过蚜虫传染的病毒病害，常年都有发生，少数危害严重。④线虫病（不稔病）*Aphelenchoides besseyi*，俗名立穗、瞎穗、倒青。局部地区发生危害，在中国是检疫对象。

此外还有危害幼苗的镰刀菌枯萎病 *Fusarium* sp.。为害根部的根腐病 *Achlya flagellata* 因受害部分在地下，且幼苗数量多，轻时尚不易察觉，严重时能导致缺苗。

病害的种类众多，常年造成的产量损失不下10～20%，特别在雨量较多的年份，次生感染而流行能致部分失收。有的病害在施氮肥过多条件下发生严重，最后造成严重减产。

防治方法　主要应采用预防为主、综合防治的方针。针对本地常年发生的主要病害，采取清除病原的措施。①轮作。粟田禁忌重茬。白发病卵孢子散落土中可以存活三年，次年如种粟即可以为害，最好实行三年以上的轮作。②选用抗病品种。在抗病性鉴定中已发现许多高抗某种病害或兼抗数种病害的品种。适应性良好的多抗性品种可有利于稳产。③种子处理。被黑粉病、线虫病、白发病等病原侵染的种子可以通过种子处理消灭病原。通常可用拌药、清洗、浸种等方法。晒种也可防病，且有提高种子质量的作用。④调节播种期。在地温较低时，种子出土时间延长，增加了土壤中病原入侵的机会。把春粟播种期延迟到5月

份，可以减少多种病害。⑤加强田间管理。根腐病类造成幼苗受害时，可以及时中耕、施肥、浇水。某些病害一旦发现带病的组织要及时清除。良好的管理使植株健壮，增强抗病能力。⑥药剂防除。药剂防除对于种子消毒最为有效，如用瑞毒霉素防治白发病，效果可达90%以上。对次生侵染的病害如粟瘟、锈病等，也可用药剂防治。

参考书目

俞大绂：《粟病害》，科学出版社，北京，1978。

（陈家驹）

粟虫害 (insect pests of foxtail millet) 寄生在粟植株各部并能造成产量损失的害虫。害虫的分布受环境和作物种类的影响，地区差异很大。世界上为害比较普遍的是行军虫、蝗虫等。印度的小维头蝗 *Colemania shanarioidis* 某些年份很严重。在中国，可以寄生在粟株上的害虫在百种以上，生产上主要害虫有十多种。从播种后的籽粒到幼芽、幼苗、成株、成穗各部分都会受到虫害的侵袭。以粟为主要寄主的粟秆蝇有的年份能形成毁灭性灾害。夏谷受其威胁，只能在长城以南种植。因此中国对粟秆蝇的生活史和防治法的研究特别重视。

虫害的种类　通常按危害情况将虫害分为5大类：

地下害虫　主要危害粟幼苗根部和嫩茎，引起生长不良及幼苗死亡，造成缺苗断垄，甚至成片死亡。地下害虫主要包括：①蝼蛄，有华北蝼蛄和非洲蝼蛄，两种均以成虫及若虫为害。除啮食幼苗外，并能在垄内穿通隧道，使幼苗悬空枯死。②网目拟地甲，其成虫为害苗株地表以上部分，幼虫为害种子和萌发的幼根，大发生的年份能导致毁种。③金针虫和地老虎等均以幼虫为害。因其虫种较多，不一一列举。

蛀茎害虫　以幼虫蛀食心叶及茎秆，破坏生长点和茎秆组织的害虫。造成受害株枯心苗、死苗、白穗，或蛀入茎内使植株易为风雨折断。主要害虫有：①粟灰螟 *Chilotrae infuscatellus*；②玉米螟 *Ostrinia furnacalis*；③粟茎跳甲 *Chaetocnema ingenua*，成虫和若虫均可为害，在河北北部地区和山西忻县地区均能致严重损失。④粟秆蝇 *Atherigona biseta* 也称粟芒蝇，幼虫钻入心叶啮食能致枯心苗及枯穗，在夏谷上能致毁灭性灾害。

食叶害虫　主要以幼虫为害叶片造成缺刻孔洞，严重时将叶片吃光只剩光秆和叶脉。①粟鳞斑叶甲 *Pachnephorus lewissi*，能大量啮食粟幼芽或刚出土的幼茎，到3～4片叶时方减轻为害。②粘虫，也称行军虫、剃枝虫，食性极杂，在东北发生频繁而严重，能致失收；在华北麦收后转移到粟田也能造成严重减产。

吸液害虫　①粟小缘蝽 *Liorhyssus hyalinus* 吸食未成熟籽粒的汁液，造成空粒或使粟粒带异味。②禾缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* 除吸食汁液外还能传播病毒。

食粒害虫　粟穗螟 *Mampava bipunctella* 幼虫除食成熟的粒穗外，还能随穗进仓继续为害。虽不常年发生，但间发也严重。

防治方法　应以农业防治为基础进行综合防治。轮作和清除杂草可消灭部分虫源。调节播期可减轻某些虫害。做好综合防治的关键是预测预报，以便适时采取措施。特别是对经常发生的虫害要在可能发生的时期加强观测防治。

药剂防治是当前治虫的重要手段。应用药剂拌种、毒饵、毒谷、毒土等防治地下害虫仍然是播种前的主要措施，拌种用药有辛硫磷、呋喃丹等。此两药也可用作撒毒土、撒颗粒剂、喷雾等防治蛀茎虫类。在选用药剂和决定施药时间上，要注意能兼治其它害虫，以减少施药次数。捕打、隔离等辅助措施也可以采用。在生物防治技术日益发展的情况下，可以考虑施放赤眼蜂防治玉米螟和粟灰螟，有条件时也可用青虫菌液治螟。

抗虫品种的选用也在研究中，通过粟秆蝇疫区内的抗虫鉴定，已发现一些抗虫性较强的品种。

（陈家驹）

粟二系杂种 (two-line hybrid of foxtail millet)　应用粟幼苗具有隐性性状的核型高度雄性不育系与苗期具有显性性状的恢复系配制而成的杂交种。又称两系法。

粟核型高度雄性不育系是中国培育的一种特殊不育系，是1969年在河北省赤城县红苗蒜皮白粟田中发现的不育株，经选穗分离及杂交培育而成。其不育株率为99.9%，不育单株的结实率为5%左右。雌蕊正常，可受粉结实；雄蕊花粉败育，只有少数可育花有正常花粉，在自然情况下可以结出少数籽粒。遗传研究表明不育性是核不育基因所控制的比较稳定的性状。依靠自交繁殖，无须保持系。比较好的高度雄性不育系蒜系28、黄系4号等都具有苗期隐性性状。

杂种优势利用　粟一般品种与不育系杂交都能产生具有结实能力的杂种一代。即均表现育性恢复。因此可用其杂种优势增产。由于杂种一代中还杂有少量自交系种子，所以需经过鉴别留用真杂种。已知在杂种一代中红苗对绿苗和黄苗为显性，绿苗对黄苗为显性。利用黄苗的不育系作母本，父本可以是红苗或绿苗品种。利用绿苗的不育系作母本，父本品种必须为红苗。在杂种一代中出现的假杂种应在间苗时剔除。

已经培育出二系杂种的优良组合具有适应性广、生长势强，并有耐旱和抗白发病的能力。在干旱条件下比一般品种出苗整齐，可增产30%以上，出米率增加7%左右。比较好的春播杂交组合"蒜系28×张农10

号"、"黄系 4 号×1007"等，正在河北等省推广。

制种技术　制种成败的关键是使父母本花期相遇，即母本在盛花期时父本为初花期。使母本有较长时间接受父本花粉的机会。制种田父母本种植行数的比例，在两系株高相等时为2∶2；父本高于母本30厘米时，其行数比为2∶4。制种田要求精细整地，在苗期、抽穗期和收获前要根据母本的幼苗色泽、株形、穗型等进行严格去杂去劣，以保证杂交种的纯度和整齐度。人工辅助授粉可提高制种产量，完熟初期收获父本供下年制种田用，母本脱粒即为杂交种供大田生产用。

每年大田生产用的杂交种，播种量要根据杂交种的真杂交率和发芽率而定。当发芽率为95%、真杂交率为70～80%时，每公顷播种量为11千克。真杂交率下降10%，播种量相应增加 4 千克左右。真杂交率在40%以下的不可做种。

高度雄性不育系繁殖时要建立二级留种田，即原种田和繁种田。在原种田穗选留种，供第二年原种田播种用，原种田繁殖的一般种子供繁种田播种，繁种田生产的种子供下年制种田用。　　（李东辉）

粟分类 (classification of foxtail millet)

粟种以下如何划分意见不一。1857年 J. 道尔（Döll）按刺毛长度划分为两大类型。1885年F. 柯尔尼克（Könicke）等又按刺毛颜色和长度、籽粒颜色等划分为10个变种。1887年俄国A. Ф. 巴大林（Баталин）修订补充列有13个变种。1915年F. A. 哈伯德（Hubbard）、1930年L. 贝利（Bailey）各自划出 3 个变种（或称亚种）。1936年J. M. 海克脱（Hector）在弗里尔（Frear, 1912年）的基础上，将两大类划出种类（race）。以后常引用的种类名称有匈牙利粟、亚奴粟、德国粟、普通粟、金色奇粟、西伯利亚粟等。1979年 J. M. J. 戴维特（de Wet）建议将粟与狗尾草合成一个种，划分两个亚种，在粟亚种 *Setaria italica* subsp. *italica* 下再分两个种类即大粟（race maxima）和小粟（race moharia）。1987年补充为3个种类(race)，第三个种类印度粟（indica)是由大粟和小粟结合所衍生。至此哈伯德按籽粒颜色划分变种的分类较少引用。但大粟和小粟应属的分类层次（亚种或种类）仍不一致。不过欧美分类划分种类一般将中国粟列为大粟中的普通粟并无分歧。中国粟多为大穗大粒，籽实团簇相当明显，分蘖性弱，很少分枝，丰产性好，与其它地区品种确有差别，可以单独列为一类。

苏联学者陆续修改巴大林分类，补充了在格鲁吉亚发现的新变种，共17个变种。1960年Р. И. 格里钦科（Гриценко）将在中国、朝鲜和苏联收集的品种进行了系统分类，总属于大粟亚种。其下根据形态性状、生物学特性和地理分布划分为三个变种群、29个变种。其中东北变种群12个变种，中国、朝鲜变种群13个变种，内蒙古变种群 4 个变种，并指出另存在格鲁吉亚变种群。格里钦科是将性状相近的变种组成变种群，但在欧美文献中仍称亚种。

中国将粟生产区划分为 4 个生态型。东北平原生态型品种是中粒种，春播为主。发育时期早于华北品种，后期在高温下表现灌浆不良。华北平原生态型品种也是中粒种，春播和夏播皆有，较适于在温和地区生育而适应范围较广。内蒙古高原生态型品种都是大穗、大粒的春播品种，发育时期最早，无论是向南引种或向平原引种都将提前成熟，后期早衰。黄土高原品种高秆、大穗、大粒，春播为主，也有部分夏播品种，生育期要求光温条件较高。引种到其它 3 个生态区都



粟的穗形

将延迟成熟。4个生态型之外，新疆、西藏和南方品种也都各有其生态特点，唯品种数量不多，尚未系统研究。

在每一个生态型中还可划分出许多类型，或称变种。中国是按形态和用途划分类型。

参考书目

Гриценк, Р. И. *К СИСТЕМЕ ЧУМИЗЫ (ИТАЛЬЯНКОГО ПРОСА) Setaria italica* (L.) D. B. ssp. *maxima* Alef, *Труды По Прикладной Ботанике, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ ТОМ. 32 Выпуск 2* ЛЕНИНГРАД, 1960.

（陈家驹）

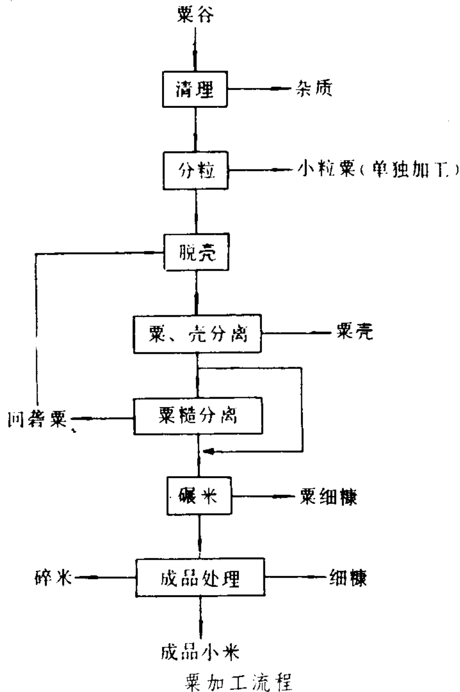
粟加工 (millet processing)

粟经清理、脱壳、粟糙分离、碾米等工序制成小米的工业生产过程。粟又名谷子，它的外层带有坚硬的颖壳，内层有皮糠，经加工后的成品粮称为小米。小米除食用外，还可用来酿酒、酿醋、制糖，以及制作多种风味糕点。在粟加工过程中得到的副产品也有多种用途，可以作为食

品和饲料工业的原料。

在中国新石器时代的河北武安磁山遗址、郑州裴李岗遗址、西安半坡村仰韶文化遗址等发掘出据今5 000年的粟谷以及杵、石臼等粟加工工具。明代宋应星《天工开物》中载"凡攻治小米，扬得其实，舂得其精，磨得其碎。风扬、车扇而外，簸法生焉。"粟不仅碾成小米，而且磨成小米粉。粟的清理还采用了风选和自动分级的方法。长期以来粟加工处于手工生产，随着粮食加工机械的发展，粟加工技术也实现了机械化，使其副产品也得到了开发和利用。

加工方法　粟的最外层有两片很大的护颖。在护颖里面有内外颖，将种仁全部裹合。内外颖较护颖坚实且厚，呈白、黄、红、赤褐和黑等颜色，并带有光泽，是不同品种粟的固有颜色。根据颖壳颜色不同，其工艺品质、颖壳和皮层组织的松紧也不相同。在同一地区正常生长成熟的粟，白色粟脱壳最容易，其次是赤褐色和黑色粟，红色粟脱壳最难。脱壳后的种仁为糙小米。糙小米由皮层、胚乳和胚三部分组成，糙小米经碾米后称为小米，碾下的皮层和胚统称米糠，又称粟细糠。其加工流程如下：



粟加工流程

清理　原粮粟中夹杂有草秆、瘪粟、杂草种子、砂石、磁性金属物和泥灰等杂质，应尽量除去，做到净粟入砻。清理的设备有吸风分离器、振动筛、比重去石机和磁选机等。

分粒　粟的粒度不整齐，会影响粟加工工艺效果。对于原粮粟品种混杂、粒度相差较大，应进行分粒加工。常用的分粒设备有振动筛。根据粟粒大小及其分粒比例选用不同孔径的筛。分出的粟粒按大小分别送入净粟仓，以便分开加工。

脱壳与粟糙分离　清理后的粟送入脱壳机进行脱壳，常用的脱壳设备有胶辊砻谷机、胶砖砻谷机和离心脱壳机。粟经一次脱壳后脱壳率可达80%，所以应进行粟糙分离。将分出的粟回入脱壳机内继续脱壳，粟糙米则可直接送往碾米机进行碾磨。粟糙分离设备有选糙溜筛、选糙平转筛和巴基选糙机等。小型粟米厂大都采用成套多道脱壳，中间辅以粟壳分离设备。但已脱壳的粟糙米未经多次脱壳处理，不仅增加脱壳设备动力和材物料消耗，而且会增加碎米。

碾米　碾去粟糙米表面部分或全部米皮，并兼有补充脱壳。常用的碾米设备有摩擦擦离作用较强的铁辊压铊碾米机、碾削作用较强的三节砂辊碾米机和立式砂臼碾米机等。多数加工厂是将这两类碾米机组合使用，前道用铁辊压铊碾米机，后道用三节砂辊碾米机或立式砂臼碾米机。在每道碾米机之间辅以风选或筛选设备，清除粟细糠，从而提高碾米机的碾白效果。

成品处理　碾后的米粒中混有米糠、碎米及少量粟粒影响成品质量，不利于贮藏，必须进行处理。一般采用吸风分离器或筛理、风选组合设备进行去糠。用选糙溜筛、选糙平转筛或振动筛筛选粟粒。除碎米用振动筛或成品分级筛处理后即得成品小米。

粟经加工后其产品主要为小米。根据加工精度、纯粮率、杂质、碎米、水分等项目可分为三个等级(见表)。

小米的质量标准

等级	加工精度	最低标准：纯粮(%)	最大限度：杂质(%)：总量	矿物质	谷粒	碎米(%)	水分(%)	气味口味色泽
1	以标准样品对照检验	95	1.0	0.06	0.5	6	13.0	正常
2		93	1.5	0.08	0.7	6	13.0	正常
3		91	2.0	0.10	1.0	6	13.0	正常

小米可用于煮饭或熬粥，还可制作成各种风味糕点，如小米糕和小米糖等。在工业上，小米可用来生产淀粉糖；经发酵后，可以生产各种酒、醋等食品。小米在医药上具有独特的食疗作用。认为小米性甘、微寒、有健胃除湿、和胃、安眠的功效。粟壳中含有大量纤维、戊聚糖和灰分，可作为燃料；经粉碎后也可与粟细糠混合制成混合饲料。粟细糠含有丰富的脂肪和蛋白质，除了作为饲料外，还可榨油，制取蛋白制品。

（程觉民）

粟(黍)类作物 (millets)　禾本科栽培植物中籽粒较小、可作食用或饲用的一年生作物的总称，分类上多数属黍族，也称为黍类作物。由于其籽粒脱壳

后为较小的米粒，联合国粮农组织的《生产年鉴》（中文版）将此类作物称为"小米类"。粟类作物生育期较短，适于在温暖季节生长，有的可用来填闲备荒；多数具有耐旱、耐热、耐瘠等特性，可适应不良环境；有的茎叶繁茂，有再生力，适于收割牧草。

据联合国粮农组织《生产年鉴》统计，1986年全世界粟类收获面积3 994.1万公顷，总产量3 080万吨。其中10个主要的生产粟类作物的国家生产情况如表所示。

1986年粟类作物主要生产国的生产情况

国家或地区	主产粟类	面积(kha)	总产(kt)
乍得	珍珠粟	1 078	624
苏丹	珍珠粟、鸭脚黍	1 485	544
马里	珍珠粟	1 500	1 284
尼日尔	珍珠粟	3 239	1 383
尼日利亚	珍珠粟	4 000	3 780
坦桑尼亚	珍珠粟	332	273
乌干达	䅟子(鸭脚黍)	350	350
中国	粟(谷子)	2 984	6 102
印度	珍珠粟、䅟子	16 250	8 500
苏联	黍稷	2 474	2 800
全世界总计		39 941	30 800

世界上栽培比较广泛的粟类作物有5种，据**国际半干旱热带地区作物研究所**（ICRISAT）编印的 *The Millets, Importance, Utilization and Outlook*《粟类的重要性、用途及展望》，在粟类收获面积中，**珍珠粟**占45.8%，**粟**占23.4%，**黍**占13.8%，**䅟子**占7.8%，**食用稗**最少。

珍珠粟原产非洲，在南亚、非洲广泛栽培，是粟类中栽培面积最大、研究工作进行最多的一种作物。粟起源于中国，各大洲均有分布，主产区是中国和印度。黍一般生育期短，主要栽培在中亚、南亚和东亚，包括苏联和中国。䅟子起源于非洲，广泛栽培于东非及南亚。食用稗栽培于中国、印度、朝鲜、日本等国，非洲部分地区、美国东部也有分布。此外，世界上还有局部地区栽培其他粟类作物。埃塞俄比亚画眉草 *Eragrostis tef* (Zncc.) Trotter 是埃塞俄比亚的最主要粮食作物，年种植面积约130万公顷。非洲的黑马唐 *Digitaria iburua* Stapf 和直长马唐 *Digitaria exilis* Stapf 年种植25.7万公顷，产量118万吨。在印度圆果雀稗（亦称鸭毑草）*Paspalum scrobiculatum* Linn. 和小黍 *Panicum sumatreuse* Roth ex Roem. & Schult. 也有广泛栽培。

在粟作文献中还有澳洲稗 *Echinochloa lecompos. situm* L.、分枝臂形草 *Brachiaria ramosa* (L.)Stapf、狗尾草 *Setaria viridis* (L.) Beauv. 和羊草 *Panicum maxinum* Jacq.、薏苡等植物。

中国生产的粟类作物有粟、黍稷、䅟子和食用稗，珍珠粟种植不多，薏苡则作为药用植物。这6种作物从花序的形态可加以区分。（陈家驹）

粟异地换种（exchange of millet stock seed among different places） 通过近距离调换种子使粟增产的传统方法。粟品种种植若干年后往往出现混杂、感病、早枯、秕粒多、产量降低的情况。山西省山区及沿山地带，农民常从外地调换种子种植。20世纪50年代，科学家们曾在晋东南进行了广泛的调查和试验，证明换种可减少病害和秕谷率，有明显的增产作用。

异地换种后的种子，一般表现淀粉酶活性增高，呼吸作用加强，发芽率、发芽势都明显提高，因而植株生长健壮，整齐一致。由于体内新陈代谢旺盛，对病害抵抗力较强，因而表现为病害较少，结实良好，秕谷率较低。

根据异地换种的成功经验，只有从相似的自然条件地区换种才能增产。需要①掌握换种的距离。丘陵山区气候复杂，换种距离要小些，一般以10～15公里为宜。②掌握换种方向。较热的地方换用较冷地区的种子，川地换用山区种子，对不同土地要掌握旱换水，沙换粘。③根据品种退化情况，一般3～5年换种一次。如果田间穗选搞得好，或实行百穗行复壮的，换种年限也可延长。为了防止病害传播，要换用健康的种子。（古世禄）

粟移栽（transplanting foxtail millet） 先在秧田培育粟苗，然后移植到本田的栽培方法。移栽可缩短本田用地时间，充分利用自然光热资源，提高复种指数。同时，便于培育壮苗。移栽后的植株，节间伸长受到抑制，植株较矮，可增大留苗密度，以提高单位面积产量。

育苗 选肥沃地为秧田，施足基肥，整地作畦。秧畦面积一般为15平方米左右，秧田与本田的比例约为1∶14。秧田播种期可根据预定移栽期来推断，以秧田生长期不超过30天为好。一般播量为每平方米5.2～6.7克。播前先自畦面取土一层，堆于其旁，然后畦内充分灌水，待水渗下后，均匀撒籽于畦面，再撒土覆盖，覆土厚度2厘米左右。播后3～5天出苗。为了促进苗壮，还可以施些种肥。

在底墒充足的条件下，苗床一般不再浇水，以控制次生根生长，到移栽前一天灌水，促进生根萌发，以保证移后成活。如果浇水过早，次生根伸长入土，起苗时，就会拔断次生根。临近移栽期如果遇雨，可在雨前迅速把苗拔起，齐根捆成束，置于避雨处假植。

移栽 移栽前把本田整好。并施入基肥，然后作垄。垄距40厘米左右。移栽以下午进行为好，可减少日晒蒸发，容易成活。栽苗不宜过深，覆土以埋住根

部为度。丛距23～27厘米，每丛6～7株。每公顷约计60万株。栽后随即灌水，次日再灌水一次，以保证成活率。

本田管理　移栽后5～6天为秧苗的恢复期，不宜浇水，以免降低土壤温度，影响根的生长。秧苗恢复生长后，再灌水一次，灌水前施入速效性氮肥。施肥灌水后，地面稍干，及时进行中耕，可将原垄沟封平。孕穗期，再灌水1～2次，中耕1～2次，最后一次中耕时要结合培土。抽穗期要灌水，同时追肥，但用量不宜过大。灌浆期如果天旱，也还要再行灌水。

（张履鹏）

粟育种 (foxtail millet breeding)　中国农民在长期的生产过程中选育出适于不同条件的多种多样**粟**品种。20世纪以后科学研究单位，开始收集地方品种，并利用科学育种技术进行育种工作，育成了许多优良新**品种**用于生产。

中国农民千百年来即有选穗混合留种和"一穗传"选种的经验，并将蕴藏着复杂变异的原始群体分化培育出许多地方品种。北魏《齐民要术》载："粟穗岁常别收，选好穗色纯者劁刈高悬之"。清康熙《几暇格物篇》载："白粟米，乌拉地方树孔中忽生白粟一科，土人以其子播获，生生不已，遂盈亩顷"。20世纪20年代以来，金陵大学、燕京大学作物改良试验场先后收集粟种质资源进行观察鉴定，以后东北和华北其它机构相继开展。到40年代末陆续育成燕京811、华农4号等品种提供生产应用。晋察冀边区曾选育推广边区1号，陕甘宁边区曾提倡种植狼尾谷。

50年代国家全面征集粟品种资源，充实了原始材料，育种工作逐步全面展开。首先通过地方品种整理和良种评选，迅速扩大了地方良种的面积，同时进行优中选优和系统选育，培育出大批良种。50年代以后开展系统选种工作，育成了许多优良品种，并用于生产。与此同时有些单位开展了**杂交育种**工作。1959年育成第一个杂交品种新农冬二，并用于生产。以后杂交育成的品种渐多，到70年代在育成品种中，杂交育成品种占50%。70年代还开展了辐射引变的研究，以γ射线处理干种子，剂量以2万～4万伦琴效果较好。辐射引变能获得早熟、大粒、矮秆等多种有用变异类型，有的经过培育成为良种，如张农10号、昌潍74等。辐射诱变还能获不育性材料，为培育**雄性不育系**开辟途径。应用高不育系的两系杂种也已获得成功，并在生产上推广应用。

苏联和印度也开展有相当规模的系统的育种工作。苏联在50年代引进中国大量品种资源，以后开展了育种工作，育成品种有莫斯科和库班号等系统。印度在30年代就开始了粟的遗传育种研究，到70年代在科因巴托尔(Coimbatore)育成Co.1至Co.5等品种，在班加罗尔(Bangalore)育成HK-和K-编号的品种。80年代育成推广的品种Arjuna和SIA 326。美国A.C.狄尔曼(Dillman)1916年曾进行过抗旱育种。苏联、印度和日本等国还曾对粟的**遗传**育种性状进行统计分析，并试行人工引变。

育种方法　粟是自花授粉植物，按自交作物育种程序进行，但其少量异交率也值得注意，除需去杂外，在单花开放时间长的地点可仍采取套袋自交防异交的方法。其特点是①从国外直接引种成效不大。国外品种，一般适应性差，但有许多品种营养成分好，或具某些抗性，可作育种亲本利用。②选择效果显著。对地方群体选择变异株，对广泛分布的优良地方品种进行混合选或单株选，育成了大批的推广良种。③杂交育种要注意假杂种。由于粟花器细小，杂交比较困难，而且各种杂交技术都不能保证得到完全真杂交的种子，必须在F_1选取真杂交植株。常利用遗传显性性状鉴别真假杂交株。幼苗叶鞘具花青素的紫红色泽对绿色为显性；幼苗叶片绿色对黄绿色为显性；刺毛长对刺毛短为显性；籽粒色深对籽粒色浅为显性或部分显性。如果母本多具显性性状以致F_1未能肯定是真杂交时，还应在F_2淘汰假杂交株行。④粟生育期短，在南方冬播或在温室冬播进行光温处理，均可加速世代，做到一年三代以缩短育种年限。⑤粟繁殖系数大，容易获得足够试验用种，可越级提升，较快完成试验选拔过程。

育种成就　据1949～1979年统计，中国在生产上大面积应用的育成品种158个，累计面积450万公顷。在《中国谷子品种志》中列入1980年前育成的品种197个，其中系统育种法育成134个，占68%；杂交育成57个，占29%；人工引变育成6个，占3%。

大面积应用育成良种，既实现增产又改变了品种繁多、良莠不齐的现象。各地育成推广面积曾达6万公顷以上的品种有龙谷23、龙谷24、绥谷1号、安谷18、花脸1号、公谷6号、白沙971、白沙粘、昭谷1号、磨里谷、新农724、晋谷1号、晋谷2号等。80年代以来，除了自然条件很复杂的山区仍然保留有相当比重的地方品种外，大面积栽培的品种更新过程很快，有的地区已经历两三次品种更新。

育成品种的抗倒伏、抗病、抗虫、抗灾等特性有所增强。随着地方品种数量的减少和生产水平提高，陆续培育出抗倒伏性好的品种，还鉴定明确一批抗病良种。如冀谷6号、冀谷10号、豫谷1号。抗谷瘟病较强的冀谷1号、京谷1号、鲁谷2号、民权青谷。抗白发病的鲁金3号、备荒3号、郑谷2号等。

育成新的**夏谷**和早熟品种，促进了耕作改制，把谷子种植北界从48°N向北推移至50°N。为了增加复种面积，在华北培育出早熟的，能够在麦收后**播种**，**收获**后还不误种麦的夏谷品种。此外，还培育出一些特用品种，糯性品种锦香谷、永吉白粘谷、红粘谷589，

白米品种九谷6号、竹叶青，青米品种青卡谷，优质品种晋谷14号。 （陈家驹）

粟杂交技术 (crossing technique of foxtail millet)

粟花器细小，通常自花授粉，因此杂交时需采用一些特殊技术。

开花习性 粟雌雄同花，雄蕊3枚分布在雌蕊周围，外颖勺状盖于内颖之上。花大小仅2毫米左右，密集成簇。开花时，内外颖一般开张45°，在正常气象条件下，雌蕊柱头先伸出颖外，花丝随即延长将花药伸出颖外，不久花药纵裂散出黄色花粉，落在柱头上，最后内外颖合拢。一花由开到闭共需70～90分钟，高寒地区开花时间可延长到120～160分钟。据测定天然杂交率一般不足1%，高时能达5%。

粟抽穗后3～5天由穗上部的小花开始开花，始花后3～5天进入开花盛期，一穗全部结束开花约需10～15天。每日开花时间以早晨6～7时最为集中。

杂交技术 无论采用手工去雄或集体去雄，均不难得到少量杂交种子。具体工作中应注意提高效率，增加真杂种的比例。

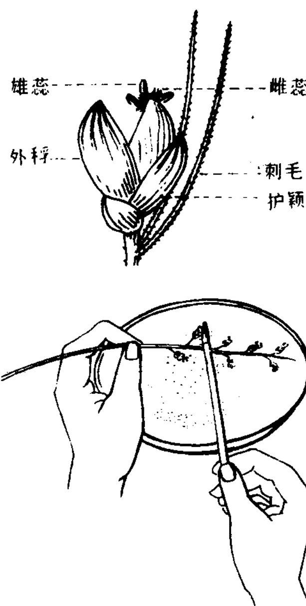
相间种植亲本 父本行数可略多于母本行数。根据抽穗期的早晚，父本还可分期播种，也可将母本播种在花盆内，到开花期再搬到父本旁边。

整穗 杂交前一天对母本穗进行整穗，剪掉大部分穗码，把已经开花和尚未发育好的小穗剪去，每穗只留将要开花的十几个小穗即可。适合杂交的花，其内外颖已膨胀并有光泽，开过的花则顶部有露出的柱头或残留的花药。完成整穗后应套袋保护，并挂上标记纸牌。第二天早晨授粉前还要重新检查一次，除去已开过的花。

去雄 如果实行手工去雄，需用镊子于开花前拔除雄蕊。操作时要注意不损伤小花，看准雄蕊位置迅速夹出，务必小心不使花药散粉。在刚开花的短暂时间，花药尚未散粉，就用针剔去花药，也能达到去雄的目的。但这两种方法做起来都较费工，而且成功率低。

50年代研究出温水杀雄的方法，利用雌蕊比雄蕊能忍受较高温度的生理特点，对即将开花的穗进行温水处理，可以杀死雄蕊而使雌蕊保持受粉的能力。常用温度为46±2℃，处理时间为8～10分钟，温度略低时处理时间可稍延长，储水器具以广口保温瓶最为适用。也可用稀硫酸或酒精杀雄，用1%的稀硫酸处理3～7分钟，或用68%的酒精处理1分钟，效果均好。处理后的穗要用清水涮过。

在每日早晨开花时间进行温水杀雄，处理后的花随即开放，便于进行授粉。其他时间进行温水处理也有杀雄的效果，但一般不开花，授粉困难。杀过雄的湿穗避免在烈日下曝晒。杂交圃以下午四时后进行处理为宜。



粟花构造与授粉示意

授粉 首先要采集花粉，在开花时摇动粟穗，用盘子接取花粉。为免露水沾湿花粉，最好在前一天用大纸袋将父本穗罩起。授粉时用毛笔从盘中蘸取花粉涂在应授粉的小花的柱头上，可重复几次（见图）。授粉后套袋保护。在变换父本时，应换用工具，至少应用酒精清洗毛笔和盘子。还可以采用接触授粉方法，即将几个父本穗与母本已去雄的穗扎在一起，共同套入一纸袋内，在早晨开花时间拍动数次，并连续数天重复拍动。完成杂交后的穗应标记及登记，在母本穗上挂上一纸牌，写明去雄日期、方法、杂交组合和授粉时间等项。

（张履鹏）

粟栽培 (foxtail millet culture)

通过农业耕作技术措施、充分利用当地自然条件以满足粟的生物学要求。中心环节是旱地保墒保苗，适时播种；有水肥条件时科学施肥、合理密植和防止倒伏。

中国栽培粟的历史悠久，积累了丰富的经验，20世纪50年代以来深入总结和推广传统栽培技术。在旱地春粟、水浇地春粟及夏粟栽培上都各自形成了整套的综合丰产技术。山西省总结推广了壶关县晋庄村的山区旱地春谷高产经验，全村26.7公顷春粟，每公顷平均产量稳定在6 000千克以上，在总结推广传统栽培经验的基础上，积极开展科学研究，提出建立合理群体结构的动态指标及在不同栽培条件下不同生育阶段的促控管理技术。东北平原地区，原习惯宽行大垄，后推广了垄上分条播种和机械化精量簇播栽培法，均取得良好的效果。

选地和整地 粟田要选择高燥不易受涝地段，并避免连作。粟产区冬春雨雪稀少，蒸发量很大，往往春旱严重。粟种子很小，顶土力较弱，对整地质量要求较高。在半干旱地区推广深耕蓄墒、耙耱保墒、镇压提墒的三墒整地技术。即秋季前作收获后及时深耕20～25厘米，耕后耙耱，以接纳蓄积秋雨；冬季镇压碎土弥合裂缝以防跑墒；早春顶凌耙地，早耕随即耙

耢，如遇雨则再耙耢，以收墒保墒；播前用长石磙镇压，以使土壤上虚下实，将深层水分上提。最好结合秋季深耕时施肥，春季干旱时即可避免耕翻。

播种　适当延迟春粟播种期一般较好。在中国北方产区，过去春粟一般在谷雨前后播种，现在多立夏前后播种。拔节以后雨量增多，抽穗期正处雨季高峰，成熟期在早霜来临之前。粟的生育与水热条件变化相协调，能避免干旱威胁，及某些病虫害危害，因而高产稳产。夏粟，由于生长期较短，应争取早播，一般前作收获后，立即播种。

播种量　一般每公顷11～15千克，出苗后幼苗拥挤，要及时间苗。采用精量播种，每公顷4千克种子，可培育壮苗、节省间苗用工。如果采用半精量播种，每公顷播量6～7千克。辅之以人工间苗，也可收到良好效果。

播种方法　主要是条播，个别地方也有穴播。在平作地区的华北、西北一带，主要采用耧播、机播、沟播，个别地方也采用犁播。行距一般为27～40厘米，旱地夏粟由于植株较小，多采用缩垄增行，增加密度，其形式有20～30厘米的等行距，40厘米和20厘米相间的大小行。垄作地区，多采用耲种谷，垄上分条和机械化精量簇播法。种谷用改良耲耙，垄距70厘米，播幅13～20厘米，增加密度。

播种深度　一般3～5厘米。播后镇压二三次，使播种沟紧实，种子与土壤接触紧密，减少土壤水分蒸发，便于种子吸水萌发。

苗期管理　播后保苗，提高幼苗成活率是重要的技术措施。造成粟苗死亡的原因很多。播后遇雨地面板结，或覆土过厚，均会造成幼芽在土壤中受压蜷曲而死；土壤孔隙大，影响幼根吸水，造成幼苗死亡；播种过迟，土壤又很松，粟苗出土时，正遇太阳曝晒，地表温度过高，幼芽生长点被热土灼伤而死；幼苗出土不久，遇大雨冲下虚土，使泥浆灌入心叶，造成死苗等。防止措施一是提高整地质量，播种不宜过深，播后注意镇压，遇雨及时破除板结。多雨地区特别注意整平地面，播后不留播种沟。二是培土保苗。提早在幼苗根部培土稳苗，能增强抗风能力，也利于扎根。三是防治苗期害虫。

间苗中耕　粟间苗一般在4～5叶期进行，可以改善株间生态条件，是培育壮苗的重要措施。间苗过晚，容易造成荒苗减产。粟留苗方式有单株留苗和丛留苗两种，单株留苗株距基本相等，便于间苗和控制密度。丛留苗每丛3～5株，丛距15～20厘米，有利于增加密度，可用锄锄去丛间之苗，比单株留苗稍省工。根据土壤肥力、品种生态特性来决定留苗密度。东北垄作地区薄地每公顷60万～67.5万株；中等以上肥力，每公顷75万～90万株，如作为饲料栽培，每公顷可达135万～150万株。华北北部和西北高原地区，以耧播为主，品种多高秆大穗类型，薄地每公顷30万株；中等地每公顷37.5万～52.5万株，如果是大小行或垄沟种植，每公顷可增至45万～52.5万株。华北南部平原夏谷地区，每公顷75万～90万株，个别特早熟品种密度高达每公顷105万～120万株。

粟田通常中耕3次，第一次中耕结合间苗，浅锄松土，深度3～5厘米。第二次中耕在拔节以后，结合追肥进行，深度7～10厘米，挖瘦根，长肥根，起促控作用。第三次在孕穗期进行，结合追肥、浇水，深度5厘米左右。同时培土，防止倒伏。

施肥　粟对氮、磷、钾三要素的吸收，因地区、品种、产量水平的不同而有一定差异。春粟吸收量较大，夏粟吸收量较少；高产田需肥量较高，低产田相应较低。不同生育阶段对肥料的吸收有明显差异。苗期生长缓慢，吸肥量较少，拔节以后，吸肥量显著增多，以孕穗到抽穗吸肥强度最大。因为这一时期是粟营养生长与生殖生长并进阶段，需要吸收大量的养分，才能保证各部分需要。穗枝梗分化期加强营养有增花增粒作用，小花分化到花粉母细胞四分体初盛期的营养有降低秕谷作用，是粟的需肥高峰期。抽穗以后，对养分的吸收逐渐减小。钾肥在成熟阶段往往还有外渗现象。除高额丰产田外，一般不需施钾，所以，粟的施肥以氮磷配合效果最佳。腐熟的农家肥、碳铵及磷素化肥宜作基肥施用，硝酸铵作种肥和追肥效果较好。粟田追肥以每公顷硝酸铵150～225千克的经济效益最高。追肥时期以抽穗前10～15天的小花分化期施入效果最好。瘠薄地缺氮严重，则要提前到拔节期追肥。以保证适当的营养生长量。氮肥不可追肥过晚，以免造成贪青晚熟或倒青减产。如果高产田用硝酸铵追肥，每公顷用量超过225千克时，可在拔节和孕穗期分两次追肥，以保证营养生长与生殖生长协调发展。

追肥方法，除了地面追肥外，还可根外追肥，特别是用400～700倍的磷酸二氢钾或300ppm的硼酸溶液在生育后期叶面喷施效果较好。

浇水　粟是一种耐旱作物，需水量较少，一般每公顷耗水2 250～4 500立方米。北方粟产区干旱时，补充浇水仍有很大的增产作用。由于各生育阶段生长中心不同，对水分的要求差异很大。苗期耐旱力最强，控制水分有利于培育壮苗。拔节以后，蒸腾耗水量增加，到抽穗开花阶段耗水达到高峰，这一阶段对干旱反应最为敏感，尤以小花分化到花粉母细胞四分体时期是粟需水的第一高峰期。灌浆阶段是需水的第二高峰期。

要根据粟的需水规律，结合当地气候、土壤、品种、栽培等特点，决定灌水量和灌水时间。底墒水以早浇为宜。拔节水掌握"春粟宜迟，夏粟宜早，早播宜迟，晚播宜早"的原则。遇干旱，要及时浇抽穗水。秋雨季节，要不旱不浇灌浆水以防倒伏。

收获　适期收获是粟丰产的最后环节。收获过晚，

茎秆及穗码干脆易折，并容易落粒，特别是遇到大风容易造成严重损失。如遇到阴雨穗部发霉，影响产量和品质。蜡熟末期或完熟初期为收获适期。这时，籽粒颜色达到本品种正常颜色、种子含水量20%左右、胚已发育完全、发芽率最高。此时植株虽保持青绿色。只要籽粒、颖壳全部变黄，应及时收获。

参考书目

山西省农业科学院主编：《中国谷子栽培学》，农业出版社，北京，1987。

（古世禄）

粟种质资源（foxtail millet germplasm resources）　包括栽培用的地方品种、育成品种和亲缘野生种。粟在欧亚大陆有悠久的栽培历史，在多式多样的生态环境和长期的人工选择下，形成了丰富多彩的地方品种。它们除直接用于生产外，还蕴含着可供育种利用的遗传基因，是种质资源的主要组成部分。此外，狗尾草 *S. viridis* (L.) Beauv.、黄狗尾草 *S. pumila* (Poir.) Roein. & Schult.、金狗尾草 *S. sphacelata* (Schumach.) Stapf & C. E. Hubb. 等与粟亲缘相近，也常作为粟种质资源收集利用。

品种类型　中国古代农书已列有粟名。明李时珍《本草纲目》上关于粟名有以下描述，“种类几数十，有赤青黄白黑诸色，或因姓氏、地名，或因形似、时令，随意赋名”。说明当时已有品种类型的概念。

粟种类繁多，国际上尚无公认的科学变种分类。在中国通常按形态、用途分为若干类型。在形态上，粟的穗部稳定性状如穗型、粒色、米质、米色有明显区别。穗型有纺锤、圆锥、圆筒、鞭绳、龙爪、猫足、鸭嘴等型；谷粒有白、黄、杏黄、红、褐黄、黑等色；米色以黄为主。也有洁白及青（灰）、绿等色，米质有粳、糯两类。在国外分类中有的类型被定为变种。有的在生产上很少见就称为稀有类型，如红谷青米、黑谷青米、杏黄谷白粘米、猫足穗青粘米等。

收集保存　中国育种机构从20世纪20年代即开始收集粟的品种资源，大规模的收集则始于50年代。据1958年统计，收集样本超过2万份，分别保存于中央、省、地区各级科研单位中，部分是重复保存。在地方品种整理工作中，用场内试验和产区调查相结合的方法淘汰了一部分重复。1979年编入《全国谷子品种资源目录》的有1万余份，尚有数千份未及编入。1980年以后，再一次有重点地大规模补充征集，又得数千份。1985年出版的《中国谷子品种志》编入了全国重要的、具有代表性的品种422个。收集到的资源陆续输入低温干燥种质库，进行长期储存。

世界各国对粟资源的收集也很重视。1950年前后苏联收集了中国北方大量品种，曾在北高加索对四千余份华北品种进行试验研究。据国际植物遗传资源委员会1974～1984年粟类概况及其它资料，印度全国共保存3 588份。国际半干旱热带地区作物研究所保存有来自20个国家的资源1 328份。日本保存456份，美国16份。中国也从25个国家引入品种350份。

研究利用　中国粟育种的成就主要是利用国内原产的品种资源获得的。60年代通过品种适应性和类型划分的研究划出了主产区的四个生态型，为区划和引种提供了依据。80年代以来又大规模地开展了品种的特性鉴定，以求对种质资源作出遗传评价，逐步筛选鉴定出各种抗病源、抗逆源、优质源等等，更好地发挥资源的作用。

抗病性鉴定　①粟瘟病鉴定，已初步筛选出比较抗病的品种530个。1985年从419个优良品种中鉴定出高抗品种27个，如民权青谷、京谷1号等。在241个国外引入品种中也鉴定出不少抗病品种。②粟粒黑粉病的研究开始最早，根据20年代对1 430个品种进行鉴定的结果，免疫品种占13.4%。1980～1985年鉴定了近3 000个品种，又选得不少抗粒黑粉病的品种。③白发病鉴定的结果表明免疫品种不多，但高抗品种不难获得。兼抗白发病和粒黑粉病的品种也有十多个。此外，在夏播地区和东北地区开展了粟锈病的鉴定工作，对红叶病、毒素病、线虫病等也分别在发病地区开展了鉴定。通过这些鉴定工作，不仅筛选出许多可作育种亲本的抗病品种，明确了许多推广良种的抗病力，同时也查明了过去一些推广时间较长、面积较大的稳产品种，往往具有兼抗几种病害的能力。

耐旱性　粟是耐旱性相当强的作物。种子千粒重、种子吸水能力和种子发芽势、气孔密度等均影响抗旱的能力。测定抗旱能力的方法通常以综合表现为主，以低水处理穗粒重与高水处理穗粒重的比表示。较简易的方法是苗期反复干旱法。以幼苗最后成活率作为划分抗旱等级（五级制）的标准。在1985年进行苗期测定的1 000余份资源中，列为一级的7%，二级的17%，在新疆大田测定中一级的2.5%，二级的25%。

耐盐性　粟不耐盐渍，在已鉴定的近2 000份资源中，未发现耐盐性强的一二级品种，只有比较耐盐的三级品种17个，占0.9%，四级品种占9.6%，余为五级品种。

品质分析　小米的营养成分优良，蛋白质含量多数为10～15%。从筛选的2 684份资源中，发现含量在15%以上的品种有13个，如河北黑粘谷，风干样品的蛋白质达17%，河北毛谷为16%。这两个品种赖氨酸含量分别占米粒重的0.27%及0.26%。有的品种赖氨酸含量在0.3%以上。多数品种的脂肪含量为3～4%，少数品种含量在5%以上。据1985年对260个品种所作六种脂肪酸分析的结果，含亚油酸在70%以上的有141个，75%以上的有8个。粳性品种的不饱和脂肪酸含

量稍低于糯性品种。米粒中含有多种维生素，其中维生素A、维生素B_1和维生素E含量较丰富。品种间差异相当大，如维生素A含量高的每百克达200～394国际单位。维生素B_1最高含量达1.03毫克/100克。维生素E_a的含量，粳性品种平均为10.41微克/克；糯性品种平均为13.2微克/克。含硒量在0.051～0.071ppm的品种有61个，有5个品种含量在0.09ppm以上。集硒能力较强的品种克育19，在缺硒地区是符合健康要求的粮食。以上各种成分对防治心血管病有裨益，使小米具有保健食品的价值。

抗倒伏性品种中，日本品种六十日在育种上发挥过重大作用。华北平原地区80年代新育成的主要良种，多具有六十日血统，推广面积已达数十万公顷。

世界上对粟的**种质资源**亦开展了鉴定研究，印度曾报道对世界粟资源300余份进行遗传变异性研究。还曾开展品种含油量测定、抗旱性鉴定、抗锈病鉴定等。苏、美、日等国在品质分析方面对淀粉和醣类作过详细研究。

参考书目

中国农业科学院作物品种资源研究所、山西省农业科学院主编：《中国谷子品种志》，农业出版社，北京，1985。

（陈家驹）

随机区组设计 (randomized block design)

将全部试验小区划分为几个区组，每个区组包括整套处理，成为一个重复，所有处理在重复（区组）内排列是完全随机的设计。又称随机完全区组设计。在田间试验规模较大的情况下，很难保证所有小区都具有相同的土壤条件。根据局部控制原理，将全试验（地）划分为若干区组，在区组的较小范围内就可保证土壤差异较小。由于区组内土壤条件相对一致，小区间的差异将主要是处理效应的表现；而区组间的差异基本上与处理效应无关，可通过方差分析从总变异中划分出去，从而降低试验误差，提高试验精确度。现将5个处理3次重复的随机区组设计图示如下：

区组Ⅰ	1	3	2	4	5
区组Ⅱ	4	5	3	1	2
区组Ⅲ	3	2	1	5	4

随机区组设计数据的线性数学模型可表示为：

$$x_{ij}=\mu+\tau_i+\beta_j+\varepsilon_{ij}$$

式中x_{ij}是处理i在区组j内的观测值，μ是总体平均数，τ_i是处理效应，β_j是区组效应，ε_{ij}是与x_{ij}相应的随机误差。由上式可知，随机区组试验的总变异可分解为处理变异、区组变异和误差三部分，其**方差分析**表如下。

随机区组设计的主要优点是：①简单易行，便于田间布置和统计分析。②灵活性大，处理数和重复数都无固定限制；单因素试验、复因素试验、综合试验均适用。③对地形要求不严，不同区组也可分布于不同地段上。这种设计应用了局部控制、随机和重复三个基本原理，既可提供误差的无偏估计，又能控制一个方向的土壤差异。该设计的主要缺点是，当处理数目太多时，区组内小区间的土壤差异将随之增加，导致误差过大，影响试验精确度。

随机区组试验方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F
区组间	$r-1$	$SS_R=k\sum_i(\bar{x}_r-\bar{x})^2$	$MS_R=SS_R/(r-1)$	MS_R/MS_e
处理间	$k-1$	$SS_K=r\sum_i(\bar{x}_k-\bar{x})^2$	$MS_K=SS_K/(k-1)$	MS_K/MS_e
误差	$(r-1)(k-1)$	$SS_e=SS_T-SS_R-SS_K$	$MS_e=SS_e/(r-1)(k-1)$	
总和	$rk-1$	$SS_T=\sum_i\sum_j(x_{ij}-\bar{x})^2$		

表中r为重复次数，k为处理数，$\bar{x}_r$、$\bar{x}_k$和$\bar{x}$分别是区组平均数、处理平均数和总平均数。

随机区组设计广泛应用于农业、生物、医学等领域的田间、温室及实验室的试验研究。与其他设计相比，随机区组设计的应用最为普遍。

（郭平仲）

随机交配 (random mating)

在有性生殖的群体中，每一个体与该群体中所有异性个体有相等交配机会的繁殖方式。在这类群体中任何一对雌雄个体间的结合都是随机的，不受任何选择因素的影响。在植物中，雌雄异株、自交不孕以及其它异花授粉植物类群，一般通过风力和昆虫传粉，没有明显的选择作用，可以认为是随机交配或近似随机交配的。有些异花授粉植物，如玉米等，有一定的自交率，除了自交后代之外，其余的子代可以看作是随机交配的产物。

随机交配的生物学意义在于保持群体**遗传**结构的相对稳定性。G．H．哈代（Hardy）和W．温伯格

(Weinberg)1908年提出遗传平衡定律：在一个无限大的群体中，如果没有突变、迁移，也没有任何形式的选择，由于随机交配的进行，群体中各种基因型的比例可以保持世代不变。实际上遗传平衡定律所假定的理想条件是不存在的。因为没有无限大的群体，也没有绝对不受自然选择影响的基因。在自然界中只能有近似于这些条件的群体。在农业生产中更不存在这样的群体。但是在生产实践中，遗传平衡和随机交配的理论仍然具有指导意义。

根据遗传平衡定律，必须在相当大的群体内才能保持随机交配的进行。如果群体过小，就会发生遗传漂变，从而改变群体的遗传结构。例如由于引种、迁移、留种、分群、建系以及发生大规模的传染病等原因，都会因在过小的群体内交配而发生遗传漂变，从而导致种群基因型频率的改变，丧失其典型性和某些有益的经济性状。

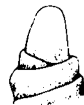
在植物遗传和育种研究中，往往采用双列杂交的方式，使参加交配的所有亲本对交配的后代有同等的遗传贡献。这种交配方式可以看作是人为的随机交配。

（戴景瑞）

穗分化 (spike primordium differentiation) 禾本科作物茎生长点分化并形成幼穗的全过程。分化的迟早和强度与产量形成密切相关。穗分化的一些规律是制定禾本科作物栽培技术的理论依据之一。19世纪末到20世纪初，就有人研究**小麦**的穗分化。20世纪30年代，O.T.邦耐特(Bonnett)、Ф.M.库别尔曼(Куперман)等对禾本科作物穗分化进行了器官建成等方面的系统研究。1936年，和田荣太郎提出小麦穗分化的十期划分法。其后，另一些日本学者在水稻穗分化中，进一步把器官建成与生理、产量形成结合起来进行研究，以提高产量为目的，为制订合理栽培措施提供依据。中国于20世纪50年代开始研究禾本科作物穗分化的规律。

穗分化过程 同一穗轴上苞片的分化次序为向顶分化。不同枝级穗轴的分化顺序不同，主穗轴最先分化，然后由低位级向高位级逐级分化枝梗。不同穗轴节位上的枝梗和小穗的分化顺序随花序种类与枝梗级位而异，有向顶分化、向基分化以及由中央向两端分化等顺序。大麦、**玉米**、**高粱**等作物在一个穗轴节位上着生2～3个小穗，其形成过程是先在穗轴节位上形成2～3个小穗的共同原基，进而分化成小穗原基，一个小穗原基再分化为颖片、外稃和花原基。同一小穗的花原基分化顺序因作物而异。如小麦、黑麦等作物是小穗的下位花先分化并开花结实，上位花后分化且易退化；**水稻**、玉米等作物则从小穗中的一枚上位花先分化、开花结实，其余下位花退化。小花分化过程是花原基形成后，再分化内稃、浆片、雄蕊和雌蕊。

按照穗和花各部分发生的顺序以及花粉发育过程，可将穗分化过程划分为：生长锥伸长、苞片分化、枝梗分化（一级、二级、三级枝梗分化）、小穗原基分化、颖片和外稃分化、内稃分化和花原基、雌雄蕊分化、药隔形成、花粉母细胞形成、减数分裂、花粉内容充实、花粉完成等时期。通常以生长锥伸长作为穗分化的开始，实质上是否能分化成穗，尚待枝梗或小穗分化时才能决定。穗分化开始时期的早晚及其延续时期的长短，均受环境中的温、光等条件所支配，也因作物的种类和生态类型而异。穗形大小决定于枝梗数、小穗数和小花数。穗分化期间植株含氮水平较高，有利于幼穗分化枝梗、小穗和小花原基，穗形增大。花粉和胚珠的正常发育尚需一定的温度条件。


图1 小麦生长锥伸长期

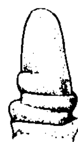

图2 小麦单棱期


图3 小麦二棱中期


图4 小麦二棱末期

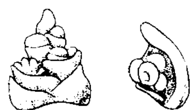
小麦的穗分化过程 通常分为：①伸长期：生长点伸长成锥状，即形成生长锥，长度大于宽度（图1）。②单棱期：生长锥继续伸长，其上陆续分化出环状突起，形成一个均匀的单棱状体（图2）。③二棱初期：生长锥中部相邻的两个单棱之间，又分化出突起状的小穗原基。每个棱出现双边，整个生长锥呈二棱状体。④二棱中期：生长锥中部的小穗原基体积增大，接近或部分遮盖其上部邻近的苞片原基（图3）。⑤二棱末期：小穗原基体积继续增大，生长锥中部的小穗原基遮盖住上部相


图5 小麦护颖原基分化期



图6 小麦小花原基分化期

邻的苞片原基，故只能看到小穗突起。而在幼穗基部和上部，仍处在二棱初期的状态（图4）。


图 7 小麦雌雄蕊原基分化期

⑥护颖原基分化期：当幼穗分化进入二棱末期不久，幼穗中部的小穗原基基部又出现新的突起，即分化出护颖原基，而基部和上部的小穗仍呈二棱末期的状态（图5）。⑦小花原基分化期：在护颖分化期后的很短时间内，幼穗中部小穗出现了小花的外稃和小花生长点（均为突起状）。而上部和基部的小穗仍处于二棱至护颖原基分化期的状态（图6）。⑧雌雄蕊原基分化期：幼穗中部小穗的第1小花中出现了三个雄蕊突起，随后显露雌蕊原基（图7）。⑨药隔出现期：中部小穗的基部小花雄蕊原基伸长，顶部变平，进而出现缢痕，内部出现药隔（图8）。⑩四分体期：一般在挑旗后和孕穗前，花粉囊中的花粉母细胞经过减数分裂，形成一个四分孢子的联合体，即四分体（图9）

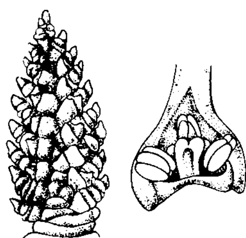

图 8 小麦药隔分化期


图 9 小麦四分体期

参考书目

Bonnett, O.T., *Inflorescence of Maize, Wheat, Rye, Barley and Oats: Their Initiation and Development*, University of Illinois College of Agriculture, Agricultural Experiment Station bulletin, 1966.

（曹大铭 曹广才）

孙逢吉（1904～ ） 字念慈，农业教育家、蔗作专家。浙江省杭州人。1926年毕业于东南大学，先后任教于第三中山大学（浙江大学前身）、浙江大学及江苏省立无锡教育学院，曾任中央大学植棉训练班主任。1935年赴美，获明尼苏达大学科学硕士。1937年回浙江大学任教授兼农场主任。1945年任云南大学教授及系主任。1947年任台湾糖业试验所正技师兼种艺系主任。1950～1955年兼任台湾省台中农学院教授，1955年起专任研究员。1956年获台湾教育部学术奖。1966年退休。



孙逢吉长期坚持科学研究。早年从事的研究有油菜自交的影响、芸薹属杂交优势、芸薹属栽培品种的分类系统，并对浙江省油桐、黄麻品种作了鉴定。后主要从事蔗作研究，成就显著。如查定台湾蔗作主要丰歉因子，求出台湾旱季甘蔗需水量；研究蔗苗预措增产之法，阐明甘蔗培土之增产效果等。著有《棉作学》，1948年国立编译馆出版后，定为教育部大学用书。该书广泛收集了国内外文献，章节系统完整，对教学与科研有较大参考价值。近年来还常在台湾省的《科学农业》杂志上发表文章。 （过兴先）

T

台南棉麻试验分所 (Tainan Branch of Cotton and Jute Research Institute) 在日本占领期间原为台湾总督府西部棉作指导所，创立于1937年。光复后由台湾省行政长官公署农林厅接收，与原台湾棉花株式会社嘉义工场合并成立棉作繁殖场。1948年台湾省政府为适应不断增长的纤维用原料的需要，将其改组为棉麻繁殖场，直属农林厅。至1952年5月改组为台湾省农业试验所台南棉麻试验分所，为台湾省唯一的纤维作物改良专业机构。负责纤维作物育种、栽培、植保、改良品质等研究工作，并开展原原种繁育、良种良法示范等工作。同时还进行纤维作物种子及种苗国际交换，以谋求纺织、包装、造纸及手工艺编织用纤维原料的增产。工作人员共有35人，其中硕士3人。分为衣着纤维作物、工业纤维作物、纤维机械、植物保护等系。衣纤系为选育丰产质佳的纺织用棉花品种及更新改变传统栽培技术；工纤系主要研究蔺草 *Juncus effusus* var. *decipiens* Buchen、琼麻 *Agave sisalana* (Eng.) Perrier ex Engelm 等纤维作物的品种改良及栽培技术；植保系从事于腰折病菌 *Rhizoctonia* spp. 生物学的研究，寻求棉铃黑化病有效的防治方法，设置亚麻立枯病圃从事品种抗病检定试验，选育抗病性品种；机械系改良试验亚麻联合收刈机、棉麻采纤机，进行纤维品质测定试验供改良品质之用。 （吕从周）

台湾省农业试验所 (Taiwan Agricultural Research Institute) 创建于1894年，是日本统治时期台湾最大的农业综合性科研机构。战后隶属于台湾行政长官公署，1949年8月改隶省农林厅，并设凤山园艺试验分所、嘉义分所、关西工作站。

主要任务是培育**农作物**、园艺作物新品种，改进农业栽培技术，防治病虫害，研究土壤肥料，并促进农业机械化以达到增产目的。共有研究人员112人，其中高级研究人员23人，中级研究人员36人，初级研究人员53人。设有农艺、园艺、植保、农化、农业机械、应用动物等系和农场管理室、仪器化验室。

在作物方面主要研究**水稻**生理、遗传、育种的基础，施肥对稻米品质的影响，增加稻谷蛋白质含量，研究水稻晚季低产的生理原因，农作物引种栽培，药用及香料作物的栽培法，发展特用作物，并与农林厅农产科合作研究水稻联合收获机的改进和示范等。

（吕从周）

台湾糖业研究所 (Taiwan Sugar Research Institute) 1901年在台湾省被日本占领期间创立，原名"甘蔗试验场"，1906年更名"糖业试验场"。1932年改为"台湾糖业试验所"，隶属台湾总督府。1945年台湾光复后，更名为"台湾省糖业试验所"。1974年起改用现名，隶属于"台湾糖业公司"地址在台湾省台南市生产路。

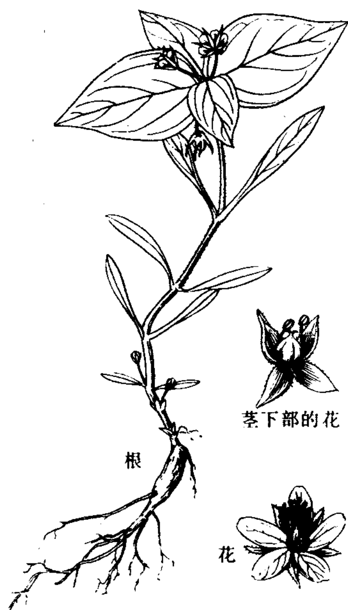
初仅从事甘蔗品种改良工作，其后增加研究制糖化学及糖蜜、蔗渣副产品利用。设有育种、栽培、植物营养、植物保护、制糖化学、副产品利用等六个研究系；资料、推广、农场管理等三个中心；万丹育种场、吕隆育种站、露菌病抗性测定圃；并附设虎尾、新营、屏东三个"蔗作实验场"。现有员工约400名，其中科技人员约150名（博士、硕士约20名，余多大专毕业生）。所长先后由**卢守耕**（1946～1954），吴卓（1954～1963），刘淦芝（1963～1970），朱学曾（1970～1971）担任，后由石守剑继任。其下设副所长，顾问，系及中心主任，正、副技师，技术员等。事务单位有总务、会计、人事、公关等课。另设制糖工场、副产工场供试验研究及实验用。试验用地连同育种场、育种站、露菌病抗性测定圃及三个实验场共计260公顷。1946年以来，育成优良甘蔗品种F135～F178、ROC1～ROC12等。在栽培方法改进、肥料施用方法、土壤理化性、对各种重要甘蔗病虫害防除等方面，均有成果推广。还进行了鼠害毒饵防治，除草剂新品种对各种重要病害的抗性测定，制糖方法改进，副产利用等研究也得到了推广。还创办了酵母工厂及蔗板工厂。自1947年开始出版《研究汇报》，到1986年已达105期，刊印英文年报及技术专刊、推广专刊、推广手册等。

（朱学曾）

太子参 (heterophylla falsestarwort) 石竹科孩儿参属中的栽培种，学名 *Pseudostellaria heterophylla* (Miq.) Pax ex Pax et Hoffm，多年生草本植物，又名孩儿参、异叶假繁缕。以根供药用。分布于中国东北、华北、西北、华东和华中地区。江苏省江宁县陶吴、朱门及丹徒县下蜀等地首先栽培，已有80年历史，主产江苏、山东和安徽省。朝鲜和日本亦有分布。

株高10～20厘米。块根长纺锤形，肉质，四周疏生须根，外皮淡黄白色。茎下部带紫色，近方形，有短柔毛2行，节稍膨大。叶对生，叶片边缘略成波状；茎中部以下的叶片倒披针形，近地面的叶最小，茎中

部以上的叶卵状披针形至长卵形，茎端4叶通常成十字形排列。花2型，均腋生：茎下部的花较小，萼片4枚，闭合，无花瓣；茎端的花大，萼片5枚，开展，花瓣5枚，白色。蒴果卵球形。种子圆球形，黑褐色，有疣状突起。花期3月中旬至5月上旬，果期4月初至6月初（见图）。



太子参

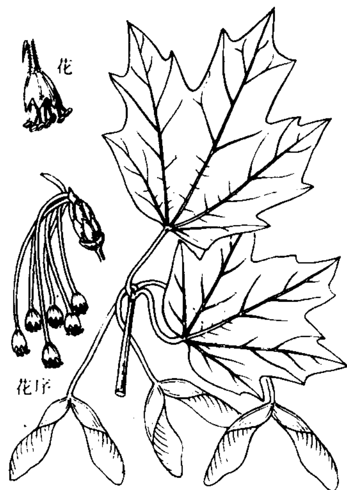
宜温和湿润气候，喜肥、怕涝、怕高温及强光曝晒，耐寒性强，在疏松且含有丰富腐殖质的砂质壤土中生长较好。根系分布较浅。具有低温发芽、发根和越冬的特性。霜降前后栽种，气温开始逐渐降低，当气温降到15℃以下，地温降至10℃时，种参就缓慢发芽、发根。次年早春出苗，以后植株生长逐步增快。同时地下茎逐节发根、伸长、膨大，块根数量增多，至6月当气温上升到30℃以上时，生长停止。夏至以后植株逐渐枯死，进入休眠越夏。全生育期120天左右。

主要用块根繁殖。宜选向北、向东的丘陵坡地或地势较高的平地。前作物以甘薯和蔬菜等为好。一般在早秋作物收获后，将土地耕翻，施足基肥，然后再耕耙作畦。寒露至地面封冻之前均可栽种，但以霜降前为宜，过迟则种参开始萌发，栽时易碰伤芽头，影响出苗。栽种前在留种地内挖出种参，选芽头完整、参体肥大、整齐、无伤、无病虫害的块根作种。掌握适宜的栽种深度，是增产的重要关键。栽种方法有：①平栽法。在畦面上开直行条沟，沟深7～10厘米。基肥撒入沟内，再盖上一些细土，将种参水平排入条沟中，株距5～6厘米，种参与种参头尾相接，然后按行距10～15厘米再开一条沟，将开沟的泥土覆盖前一沟，再行排种。最后将畦面整理成弓背形。②竖栽法。方法与平栽相似，唯有沟深比平栽法深些，约14厘米，栽时将种参头向上，尾向下垂直排在沟内，芽头离地面约7厘米，然后覆土。用种量每公顷600～1 050千克。出苗后，结合整理畦沟进行培土，厚度在2厘米以下，沟不宜过深。肥力不足的土地，生长早期可适当追肥。畦沟必须畅通，以利排水。干旱季节注意浇水。病虫害有病毒病、叶斑病、根腐病；蛴螬、地老虎和蝼蛄等。6月下旬至7月上旬植株枯萎时，除保苗留种地外，须及时收获。一般每公顷产鲜根3.8～6吨，折干率为30%左右。收获后放在通风屋内摊晾1～2天，选晴天洗净，晒干，或洗净后在100℃开水锅中烫1～3分钟后晒干。保苗留种地，江苏产区多在5月上旬套种春黄豆，当太子参地上部分枯黄时，黄豆已长大，利用黄豆的茂盛枝叶将太子参荫蔽，以利越夏。秋季收获黄豆后，挖出种参栽种。在种参来源缺乏时，可进行原地育苗。方法是利用种植地上自然散落的种子，在收获块根后，进行施肥、整地，并栽上萝卜、青菜等蔬菜，次年太子参种子发芽出苗后，即清理收获地面作物，进行间苗、除草。5月上旬套种黄豆，保苗越夏。秋天即可挖取块根，作种参用。山东省有将种子采下，用湿砂贮藏，至秋季或次年早春播种，培育种参者。

块根含果糖、淀粉及皂甙。味甘，苦，性平。功能为益气、健脾、生津。用于脾虚体倦、食欲不振、病后虚弱、心悸口干等症。（洪 尚）

糖枫 (sugar maple) 槭树科槭属美洲糖槭，学名 *Acer saccharum* Marsh.，落叶乔木。亦称糖槭。从树干流出的液汁，可制砂糖。液汁浓缩成糖浆食用或再蒸煮为砂糖，每升液汁可制成1.1千克的糖浆，具有特殊风味，还常用为制造蜜饯、糖果或烟草调味。糖枫的汁液为无色易流动的溶液，含有糖及各种酸与盐分。糖浆呈黄褐色，质量按淡浓着色而分，最淡的为高级，颜色越浓级别就越低，这与加工技术有关，颜色浅淡的风味特别好。

糖枫原产北美。加拿大产糖枫糖浆最多。美国佛蒙特、纽约、安大略、威斯康辛、俄亥俄等地，也盛产枫糖。茎高达十余米，叶三裂或五裂，下面生白色细毛，花黄绿色，不具花瓣，果实与普通的槭树相似。



糖枫

糖枫一般在晚冬或早春采糖，把树茎割开或钻孔流汁，这时晚上天气凉爽，白天暖和，其温度都是零度以下，汁液都在白天流出。采糖季节每株树可以收汁液25～75升，含蔗糖率为24.3%左右。其所以白天需要暖和或日光照射，是地上部这些组织内的冰晶要融化，才能促进液流在体内的移动。即使导

管周围结冰，管道的中部冰液还是能流动的，根系生长的土壤暖和，根系能吸收水分时，更增加根压与伤流，这样地上部任何处的伤流都不断地溢出糖液，昼夜温度的变化也促进伤流，流液持续达数十星期。

采糖的方法有两种，其一是在树干钻一个或几个孔，并在该钻孔内打入金属喷槽，液汁从喷槽流入收集在悬挂喷槽上的小桶，小桶装满了液汁拿出倒入大桶，用雪车或马车运到厂房加工；其二是钻孔后，插入塑料液槽并连上塑料管道流进加工厂，这方法节省劳力及时间，收采的汁液量也较多，上述两方法收集的糖液，可倒入一个长的无盖浅锅蒸煮，水分蒸散后，带色香味的糖浆就制成。如果继续蒸煮糖浆，就出现结晶的枫糖。（卓仁松）

糖高粱 (sugar sorghum) 是禾本科高粱属一年生草本植物，为**高粱**的一个变种，学名*Sorghum bicolar* (L.) Moench var. *succharafum* Kouern。亦名甜高粱或芦粟。中国北方叫甜秫秆，南方叫芦穄。茎秆富含糖分，是一种糖料作物，也是优良的饲料作物和能源作物。

生产概况　糖高粱在中国栽培历史悠久，分布广泛，北起黑龙江，南至四川、贵州、云南等省；西自新疆维吾尔自治区，东至江苏、上海等省、市，均有零星种植。特别是长江下游地区，尤为普遍。崇明岛盛产甜高粱，被誉为“芦粟之乡”。过去习惯生食其汁液，南方也有用于榨汁熬制糖稀或制作片糖。20世纪70年代中国育成了一批优良品种，并从国外引进一些良种，在河南、山东、河北、湖北、江西、陕西、山西、宁夏、广东等省（自治区）种植。进行机械化或手工操作，试制出红糖粉及红白砂糖。随着畜牧业的发展，糖高粱用于青贮饲料日益增加。80年代北京、郑州、天津等大中城市畜牧场糖高粱种植面积迅速扩大，作为常年的牲畜饲料。

美国是种植糖高粱最多的国家之一，长期用于制作糖浆。据记载1946年19个州种植糖高粱，生产10 171万加仑糖浆。50年代后，由于农村劳力缺乏，加之糖价下跌，种植面积逐渐减少。在加工利用上，1969年美国学者A. 史密斯(Smith)发明了从糖高粱生汁中除去淀粉的方法，开始制出结晶糖。1975年在得克萨斯州实现了机械化生产。70年代初期，一些国家为解决能源不足问题，曾计划逐步扩大种植面积，生产酒精，代替部分石油作燃料。苏联曾在水源较少不宜种植甘蔗和甜菜的地带种植糖高粱，有11个地区加工生产糖浆。日本、巴西、联邦德国也均致力于糖高粱的研究和开发利用。

主要性状和栽培要点　植物学性状与高粱相似。不同之处是苗期分蘖力强，叶脉有蜡质。呈青灰色，茎髓部含有甜的生汁。再生力强，籽粒较小。

糖高粱适应性广，对气候、土壤要求不严格。从热带赤道苏丹到48° N的苏联西伯利亚地区均有栽培。生活力强，籽粒成熟后茎叶仍保持青绿，继续进行光合作用，光合产物大量运贮到茎秆中。1980年美国学者F. R. 米勒(Miller)等人认为，糖高粱每生产一个单位干物质所投入的能量少于**玉米**、**水稻**、**甘蔗**。其投入与产出比例为1∶4～5。甘蔗的生长周期为10个月到一年，而糖高粱最多为5个月，在同一生长期内糖高粱所提供的干物质多于甘蔗。

糖高粱芽鞘偏短，出土力弱，播种深度以2.5～3厘米为宜。为获得高产，生育期间可追施速效性肥料。有机质含量高，基肥多，尤其是氮肥较多的土地，应注意氮磷钾的配合使用。特别是前期生长良好的田块，后期不宜单施大量氮肥，以免引起茎秆倒伏，不利于糖分积累和影响糖浆品质。每吨鲜秆一般吸收纯氮1.5千克，磷0.3千克，钾1.8千克，钙0.6千克，镁0.3千克。行距一般为45～70厘米，也有宽达1米的。株距15～20厘米，一般每公顷留苗6万～9万株左右。

品种　中国糖高粱资源丰富，南方和北方均有与当地气候相适应的地方品种。据不完全统计，全国17个省（自治区）、市已收集到的有70余个品种。多数属早熟种，株高一般为250厘米左右，高的3米以上。锤度5～17%，个别品种达20%以上（锤度是每100克糖液中含有糖分和杂质等干涸物的克数）。

紫花芦穄　中国上海等地的地方品种，晚熟，在北京不抽穗，株高3米以上，生物产量高，锤度达22%左右。

甜杂1号　中国以7504不育系与丽欧配制的杂交种。杂种优势很强，株高3米以上，籽粒产量每公顷高达6 000千克左右。锤度15%，鲜秆每公顷产60吨左右。

丽欧(Rio)　美国采用人工有性杂交育成的品种。高抗叶炭疽病、茎红腐病和锈病，对其它病害也有较强的抵抗力。1974年引入中国，在各地生长良好。籽粒灰白色，一般每公顷可产籽粒2 000～3 000千克，茎秆产量达45吨，锤度18%上下。在中国华北各地生育期春播125～135天。

蜂蜜(Honey)　美国的优良品种。锤度18%左右，甜味纯正可口，产草量大，散穗，红壳，红粒。籽粒产量每公顷1 500千克左右。穗螟和鸟害轻。对光周期不太敏感，适应范围较广。多用于生产糖稀。

雷伊(Wray)　美国育成种。1983年引入中国，在河南春播生育期120天左右，锤度18%，籽粒产量每公顷2 000～3 000千克。

凯勒(Keller)　1982年美国育成的新品种。1983年引入中国，在河南试种120天成熟，锤度20%左右。籽粒产量略低。

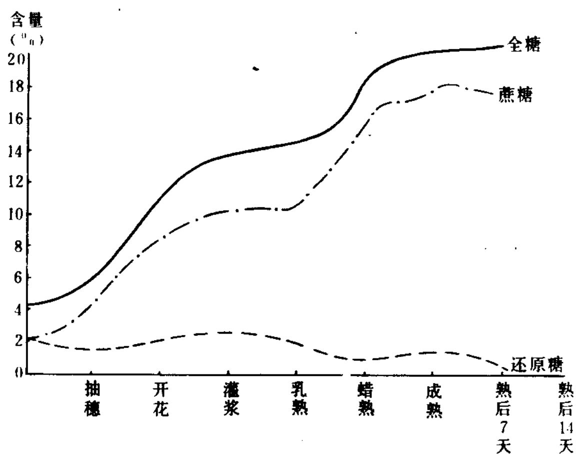
崇明芦穄、黄皮芦穄、高粱蔗及国外引进的罗马

(Roma)、拉马达(Ramada)、苏马克(Sumac)等品种，在各地均有零星种植。

成糖规律　糖高粱的糖分积累随着生长发育的进程而逐渐增加。一般抽穗到灌浆期穗部所需养分不多，茎秆内糖分迅速增加。灌浆开始后，大量养分输向穗部，茎秆糖分的积累相对趋于稳定，至籽粒成熟，糖分含量达最高峰，并能保持15天左右。茎秆含糖高峰期出现的早晚及维持时间的长短，因品种、气候和栽培等条件而异。抽穗以后，全糖、蔗糖、还原糖的变化见图。

收获和贮藏　根据成糖规律和利用目的确定收获适期。以制糖为目的者，应在茎秆含糖量进入高峰期收割，同时除去叶片叶鞘。以固体发酵蒸酒的，在茎秆粉碎过程中，通过铡草吹风将叶片叶鞘吹出。以作饲草为目的者，籽粒成熟与否均可收割，并随即予以青贮。生育季节长的地区种植早熟和中早熟品种，籽粒及时收获后，加强田间管理，还可长出第二茬饲草。

以制糖为主的茎秆，收割后若存放3—6天，茎秆失水，锤度上升，蔗糖下降，还原糖增高，不利于制糖，所以收获后应立即加工，在短期内处理完毕，提高糖的结晶率。蔗糖转化速度与温度关系密切，温度愈高转化愈快。一般在0～3℃的条件下存放一个月仍可榨制结晶糖。



抽穗后茎秆内糖分积累和变化

综合利用　糖高粱是大牲畜的良好饲料，还可制糖、制酒和酒精等。

作青饲或青贮饲料　糖高粱具有产草量大、草质优良的特点，作青饲无不良反应。作青贮饲料喂奶牛可使鲜奶产量显著增加。糖高粱鲜草产量一般每公顷产60～70吨，比玉米多一倍左右。

制糖　以糖高粱茎秆为原料的加工方法一般有两种，即机械化制糖和手工制糖。出糖率由于农艺和工艺的不同有很大差异，低的为鲜秆的3—5%，高的为9%，每公顷可制糖4～6吨。

制酒　以糖高粱茎秆为原料制酒的方法，一是用制糖废稀掺到粉碎后的废糖渣上，经发酵后蒸酒；二是用未经榨汁的茎秆直接切碎拌入酵母和快曲进行发酵后蒸酒。一般每公顷鲜秆40吨可生产60°白酒2 500～3 000千克。其工艺流程是鲜秆收获时去掉叶片及叶鞘切碎→掺拌酵母和快曲→装池压实密封→发酵→出池装锅→蒸酒→勾兑贮存→过滤装瓶。

制酒精　一些国家将甘蔗、玉米、木薯、糖高粱作为再生能源用于酒精生产。糖高粱生产酒精，产量接近甘蔗。

制糖废稀可发酵成醋。榨渣可造纸，制纤维板等。

参考书目

Schaffert, R. E. and L. M. Gourley, *Sorghum as an Energy Source*, ICRISAT, India Hyderabad, 1982.

（崔玉华）

糖蜜草 (molasses grass)　禾本科糖蜜草属的一个种，学名 *Melinis minutiflora* Beauv.，多年生牧草。因其新鲜植株具糖蜜味而得名。原产于热带非洲，较早传入巴西分布于热带美洲。1942年曾引入中国四川成都试种；1974年又从澳大利亚引入广西、广东等地，已大面积推广。丛生，茎曲折向上生长，高达1米，多分枝，基部茎节生不定根。叶片长15～20厘米，宽4～13毫米，密生腺毛，常分泌甜味粘液。圆锥花序顶生，长10～30厘米，小穗细小而带紫色。颖果狭长卵形。每千克种子约2 400万粒。喜热带、亚热带潮湿气候。适于年平均温度19～22℃，最低月平均温度6～15℃，年降雨量1 000～1 800毫米的地区种植。为瘠薄砂壤、酸性土壤上的先锋牧草。但不耐霜冻、水渍，不适于在重粘土上生长。播种当年，生长缓慢，次年生长旺盛。开花期、种子成熟期较短而一致，营养生长期较长。对重牧敏感，不宜连续放牧，亦不耐火烧。播种前细碎整地。通常撒播或条播，澳大利亚每公顷播种2～4.5千克，巴西20～25千克，播后镇压一遍，不需覆土，出苗效果好。在多雨地区，可与紫花豆 *Phaseolus lathyroides* L.、**爪哇葛藤**、**笔花豆**等混播。一般每公顷年产干物质3～8吨。干物质含粗蛋白质6～10%，粗纤维30～40%。每公顷产种子165～250千克。宜作青饲料、干草、青贮料或放牧，亦可作为水土保持用植物。（蒋侯明）

糖蔗　见甘蔗。

糖棕 (sugar palm)　一般指能产糖的棕榈科植物。树形美观，高达20～30米，木材坚硬，树龄超过百年，可供观赏，其花蜜含糖分。花序被砍后能流

出大量的汁液，雌株的汁液量比雄株约多50%，汁液可作饮料、发酵制酒或浓缩熬煮5小时成糖。其中桄榔属*Arenga*与扇叶棕属*Borassus*花穗伤流液的含糖分较多。每树每年肉穗花序流出的汁液，可制糖60千克。幼苗的嫩叶可作蔬菜，果肉香甜可食，糖棕叶柄基部的刚毛状纤维，可编绳索及制作刷子、叶片可制葵扇、席子、草帽、造纸及覆盖房屋等，木材可制家具、工艺品以及用为建筑材料。

中国云南省及华南地区已引进试种桄榔属和扇叶糖棕属的糖料作物，生长颇好。此作物性喜温热，成群落生长，以生长在深厚疏松沙质土层或海滩的沉积上发育最佳。树干粗大直立，花雌雄异株，通常生长到12～15年才开花，开花之前雌雄不易辨别。种子坚硬发芽慢，在播前须作刀挫处理，或用热水浸泡催芽，方能播种。糖棕产花汁期延续4～5个月，都是在干旱炎热的季节割取，每株年产量约230～370千克，连续取糖30～40年，但采糖费工，成本较高。



糖　棕

（卓仁松）

套作（relay cropping）　在前季作物生长后期的行间，**播种**或**移栽**后季作物的**种植方式**。套作的主要作用是延长作物对生长季节的利用，提高复种指数；提高总产量；避开或减轻旱、涝、冷、寒等灾害，稳产保收。

简史　套作是中国农业精耕细作重要内容之一。公元6世纪的古农书《齐民要术》中已有**小麦**与芜菁套作等记载。随着**棉花种植**的发展，明代已出现麦棉套作的经验记述，明清期间套作技术获得较快的发展和普及。套作比**间作**在中国分布更广，旱作地、水田内都有，方式多，面积大。普遍采用的形式有**冬小麦**套种**玉米**、**棉花**，**水稻**套种**绿肥作物**。在世界上，印度有的在双季稻田内套种豆类，埃及常把**三叶草**套种在稻田或玉米地内。

类型　中国套作的主要类型有：

冬小麦套种玉米或其它**粮食作物**　冬小麦套种玉米，主要分布在华北、华中、西南地区和西北的陕西等地。**小麦**套种**玉米**时期的早晚及其田间配置，依套作目的而异。基本有两类：第一类，在原为一年两熟但生育季节稍嫌紧张，或热量较充足，但夏玉米有干旱、涝害威胁的地区采用。套种玉米时间不宜过早，一般于麦收前10天左右按玉米正常行距套入麦行。小麦产量与单作时相比并不减少，而套入的玉米却比麦收后接茬播种的有一定的增产效果。第二类，在一年两熟生长季节不足的地区采用。套种玉米的时间较早，可提早到小麦开始成熟时玉米尚未开始穗分化为限，在这种方式下，小麦因播种面积减少而比单作略有减产，但玉米却比麦后接茬种的增产。有的地方还在小麦收获后再在玉米宽行内间作大豆、甘薯、花生、谷子、陆稻、蔬菜、饲料等作物。在西南地区，于一年两熟生育季节有余而三熟不足的丘陵旱作地，在麦田套种第二茬作物后，又于第二茬作物行间套进第三茬作物，形成三茬套作的旱作地三熟类型（见**旱地三熟**）。此外，冬小麦套种**甘薯**、**大豆**、**陆稻**、**马铃薯**等方式在中国南、北方也有一定的面积。

冬小麦套种经济作物　这种类型是解决粮食、**经济作物**争地矛盾，增加收入的有效途径。其中以冬小麦套种棉花面积最大，在各地棉区都可见到。浙江棉区盛行宽幅播种小麦，套种一行或两行棉花；湖北采用"四等行"式套种**棉花**，其形式有小麦、**大麦**、**油菜**、**蚕豆**、**豌豆**以及绿肥作物（**黄花苜蓿**、**箭筈豌豆**等）套种棉花，或棉田后期套种苕子、箭筈豌豆、蚕豆等作物；河南棉区多在水肥条件较好的地块实行麦棉套种。此外还有小麦套**烟草**（山东和西南地区）、小麦套花生（山东、河南、河北、四川等地），等等套种形式。

稻田套种　以稻田套种绿肥作物面积最大，可以提高复种，使用地养地相结合。南方稻田普遍采用的方式是在中稻、晚稻收获前撒播套种**紫云英**。此外，早稻套种大豆，主要分布在长江流域水利条件不好的丘陵地区；早稻套种**黄麻**，主要分布在广东、福建、广西的黄麻产区；晚稻套种秋蔗、早稻套夏蔗，主要分布在广东、台湾、广西、福建等省（自治区）的**甘蔗**产地。

农作物与菜、瓜套作　这种类型在城市郊区较为普遍，可以显著提高经济效益，但需投入较多的物质和能量。主要形式有蒜棉套作（河北、河南、山东等棉区），菠菜、甘蓝等各种春菜套种玉米，春玉米套种大白菜、芹菜、胡萝卜等秋菜。

此外，中国各地还有多种套种方式，如玉米套种马铃薯（湖北西部、四川、贵州、云南等省丘陵山区）；

夏秋甘薯或秋花生套种秋蔗（华南甘蔗产区）；棉花或春玉米套种**草木樨**或箭筈豌豆（关中棉区）；麦田套种油菜、草木樨（甘肃河西走廊和东北部分地区）；玉米、花生套种甘薯（南方丘陵地区）。

主要技术措施　套作的作物共生期虽短，但作物种间共生期内仍存在协调互补与矛盾竞争的双重关系。**套作**的最大优点是可争取季节，在难以二熟或三熟地区通过套种，可以达到一年两熟、三熟。但后作物在共生期间一直处于生长的不利地位，幼苗明显表现生长弱、发育迟，并易导致缺苗断垄和密度不足。为此，必须通过调整种间关系，减轻对前作或后作的不利影响。并在前作物收获后环境条件已获改善的条件下，积极促进后作物的生育。调整种间关系，可借助于选择适宜的作物品种和套种时期，确定合理的田间配置，加强田间管理等措施。

套作是充分利用当地自然资源，提高作物产量的重要途径。但在作物共生期间，田间作业费工，机械作业不便；为了保证全苗，要求一定的水利条件；有的套种方式，技术跟不上，易助长病虫危害等。因此采用套作时，应注意做到因地制宜。

（李凤超）

梯田栽培 (terrace culture)

在丘陵山区的坡地沿等高线修筑成阶梯式的农田上栽种**农作物**的技术。修筑梯田可将跑水、跑土、跑肥的“三跑田”变为保水、保土、保肥的“三保田”。便于耕作、灌溉、运输，是丘陵山区农作物高产稳产的基本农田。

中国梯田栽培的历史悠久，战国时期宋玉（公元前290～前222年）写的《高唐赋》中就有梯田的记载。公元1 100多年江西已有相当数量的水稻梯田。在西北、华北的黄土丘陵山区，都有大量的梯田，清高宗弘历的《关外山田》诗中，就有“关外山田尽作梯，汉南风景似江西”的写照。

人工修筑的梯田，田面窄（3～7米）、不耐旱、不适于机械化耕作；用推土机修筑的梯田，便于机械化耕作、灌溉、维修，运输方便。筑梯田要外高里低、地面平整、有边、有埂，利于积水。梯田的边有用石头垒的、土垒的，还有隔坡种草或灌木的。梯田的外埂有：软埂、硬埂、生物埂。在人工修筑梯田时，尽量做到：生土垫底，熟土铺面，不乱土层。但在大面积修筑梯田，特别是机修梯田时很难做到。为了做到新修梯田当年高产，应多施有机肥、氮、磷化肥和黑矾（硫酸亚铁），深耕、细耕、多耙耱，有灌溉条件的要灌一次水，选种**马铃薯**、**谷子**、**糜子**、**高粱**等耐旱、耐瘠作物。在南方，降雨量多，梯田可修渠引水筑堰积水种水稻；积不下水时，可挖沟排水种**小麦**、**油菜**、绿肥、**玉米**、**甘薯**等旱作物。在北方沿梯田的排水沟和路旁，应打旱井和挖蓄水池，拦蓄洪水，以备抗旱播种和灌溉。梯田通风透光好，为了充分发挥边行和地边的优势，边三行的密度应适当加大，中国北方农民常在梯田地边的第二、三行种南瓜等瓜类，将瓜蔓吊在地边生长。山西省阳城县农民在梯田地边栽桑养蚕，保护地边。此外，梯田和其它高产农田一样，应因地制宜地选用合适的作物和良种；实行间、套、**复种**和**轮作**倒茬；培肥土壤、科学施肥；深耕蓄水，**耙耱**保墒；防治病、虫、鼠、草害，单产可比坡地高1～3倍。梯田由于地边高，土壤疏松，雨季经常会出现滑坡、穿洞、冲口，雨后应及时检查维修。

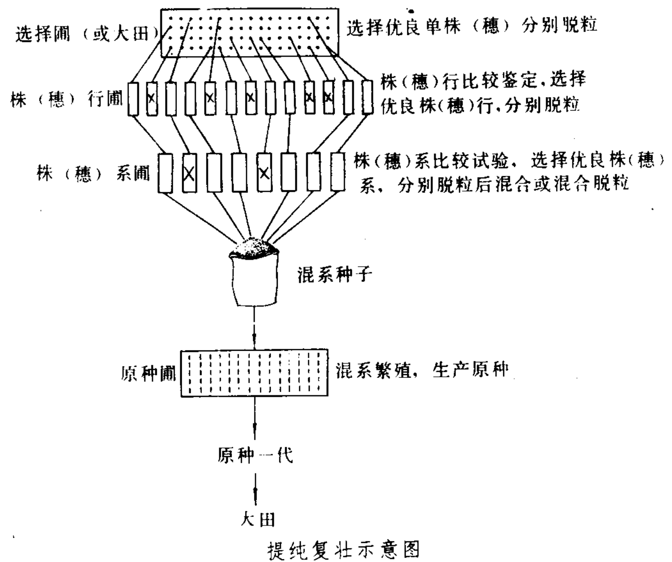
（许卓民　王树楼）

提纯复壮 (recovering cultivar purity)

从混杂退化的良种中选择典型的单株或单穗，恢复和提高其纯度和种性，使之达到原种标准的措施。提纯是对混杂而言，是手段；复壮是对退化而言，是目的。提纯复壮是在**品种**已经发生混杂之后，使其恢复原有优良种性的补救办法。一般适用于混杂程度较轻的品种。对于严重混杂退化的品种则必须从原种繁育作起。

防杂保纯和提纯复壮是为保证生产用种种性和纯度而采用的两种不同的**良种繁育**技术。一些农业发达国家种子商品化程度高，良种繁育制度严密，品种更换及时，多采用防杂保纯。另外一些国家，由于地域辽阔，品种使用时间相对较长，两种繁育制度未臻完善，则常进行提纯复壮。

提纯复壮的具体程序因作物而异。常异交作物如**棉花**和自交作物如**水稻**、**小麦**、**大豆**等，一般采用单株（穗、铃等）选择，分系比较，混合种植的做法。经过一年选株（穗），一年株行比较鉴定，一年株系比较试验的操作程序，称为三圃制，多用于常异花授粉作



提纯复壮示意图

物。不经过株系圃，以株行圃中选出优良典型株行，即混合繁殖生产原种的，称为二圃制，多用于自花授粉作物。具体程序如上页图所示。

第一步：选择单株，即在繁育开始前一年先从纯度相对较高、符合原品种典型性状的田块，选取一定数量的典型株，下一年种成选择圃。从选择圃中选取典型株，经过室内考种鉴定，淘汰不符合标准的株，再按株分别脱粒，下一年种成株行圃，亦可不设选择圃，直接从田间选取典型株。

第二步：设株行圃。生长季节从田间选择典型优良株行，按行收获，经室内考种鉴定，选出优良株行。每一优良株行和种子下一年种成一个株系。

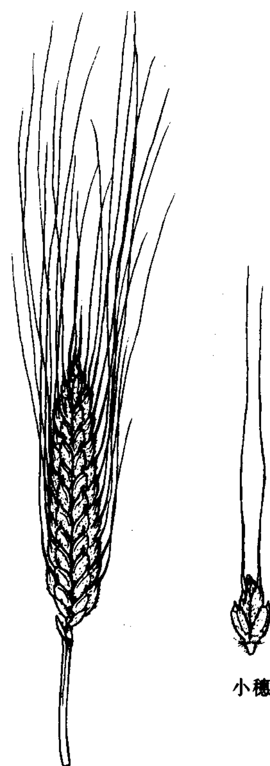
第三步：设株系比较试验圃。继续进行田间选择和室内考种，亦可参照产量表现，选出优良典型株系，分系脱粒后，将入选株系的种子混合，下一年种于原种圃扩大繁殖，从原种圃收获的种子称复壮原种，再经一二代繁殖即可供大田使用。

异花授粉作物自交系进行提纯复壮的做法，大体上与上述程序相同，但在选择典型株时需套袋自交，并进行配合力测定。至于一般开放授粉品种，在选留优良典型株作种子时，对主要经济性状的选择要适可而止，不宜过分要求整齐一致，以免降低杂合度，影响产量和产量稳定性。

提纯复壮的成效是肯定的，经过提纯复壮的更新原种，一般可比未提纯复壮的种子增产5～10%。浙江省早籼广陆矮4号和晚粳农虎6号，经过提纯复壮保持了原有品种特性，因而在生产上连续使用达10年以上。经提纯复壮的棉花，在衣分、绒长和皮棉产量方面均有明显改进。 （曾观惠 陈 哲）

提莫菲维小麦 小麦属的四倍体种之一，学名 *Triticum timopheevii* Zhuk.。染色体数2n=4x=28，染色体组型为AAGG。茎节、叶片、叶鞘均具有粗硬茸毛；穗扁平、短宽，侧面宽于正面，有茸毛，具柔软的芒，小穗排列密（见图）。它是现有普通小麦雄性不育细胞质的主要来源之一。1922年在苏联西格鲁吉亚海拔900～1 600米地带发现，常与栽培一粒小麦混生，是外高加索地区特有的栽培小麦种。形态特征变异小，已知有7个变种。

幼苗直立，株高140～155厘米，分蘖与叶片较多。小穗着生紧密，密度D=40～50。成熟时穗轴易折断，折断方式为上节位。护颖白色、椭圆形、较坚硬，颖脊及侧齿明显，颖嘴锐。小穗基部有茸毛。每小穗3～4朵花，一般结实2粒。籽粒带皮（稃），较难脱粒，粒较长，硬质，蛋白质含量19～22%。春性，极晚熟，春化阶段短，对温度要求不高，光照阶段长。较耐湿，抗旱性较弱。对锈病、散黑穗病、腥黑穗病和白粉病具有较强的抗性，对麦黑森瘿蚊及椿象有较好的抗性，轻



提莫菲维小麦

感根腐病。可做小麦育种的抗病源，苏联曾用它培育出硬粒小麦抗病品种梅兰诺普(Мелянопус)5号、6号、7号。法国将提莫菲维小麦染色体加倍，育成八倍体的提莫诺乌姆小麦 *Triticum timonovum* Heslot et Ferrary，染色体组型为AAAAGGGG。苏联用波斯小麦和提莫菲维小麦杂交，育成异源八倍体的冯吉西杜姆小麦 *Triticum fungicidum* Zhuk.，染色体组型为AAAABBGG。以上两种人工合成的多倍体小麦，其穗轴均易折断，难脱粒，抗病性较强。

（孙雨珍）

提莫诺乌姆小麦 见提莫菲维小麦。

体细胞杂交 (somatic cell hybridization) 不同种间、属间甚至科间的体细胞相互融合，产生新型的杂种细胞的一项生物技术。不同植物体细胞间的杂交，则需事先去除细胞壁，然后使裸露的原生质体间进行融合，最终形成新的杂种细胞。由于植物体细胞具有全能性，可以由单个细胞再生成完整的植株，所以植物体细胞杂交对植物育种和创造新的植物类型，也有重要作用。

植物间体细胞杂交是20世纪70年代以来生物技术领域中所取得重要研究成果。通过植物体细胞杂交，可

以克服某些植物间有性杂交的障碍，从而得到用普通有性杂交方法不能得到的种间、属间甚至更为远缘的杂交种。此外，植物原生质体可以作为转移遗传物质的受体，使之接受异源基因、染色体、细胞器甚至整个细胞核，经诱导再生植株后形成新的植物类型。

1972年美国的P.卡尔逊(Carlson)首先在烟草属中获得世界上第一个体细胞种间双二倍体杂种。此后已有80多种植物获得了原生质体培养出的植株，其中包括水稻、小麦、玉米和大豆的原生质体再生植株。此外还获得相当数目的种内、种间和属间体细胞杂种。联邦德国和美国利用番茄和马铃薯的体细胞杂交获得了“番茄薯”，创造了自然界不曾存在的植物新种。

植物体细胞杂交大体包括两亲本原生质体的分离和培养，异源原生质体间的融合，杂种细胞的选择和杂种细胞再生植株。

在体细胞杂交研究中存在着来自不同亲本的染色体的相互排斥并最终导致某一亲本染色体丢失的现象。亲代细胞间的亲缘关系越远，这种排斥就越严重。这是人们还不能通过这种手段随心所欲地育成远缘杂种的主要障碍。（戴景瑞）

天花粉 见栝楼。

天麻 (tall gastrodia) 兰科天麻属天麻栽培种之一，学名 *Gastrodia elata* Bl.，多年生草本植物。古名赤箭。别名木浦、鬼督邮。块茎入药。主要分布于24°N～45°N，94°E～142°E的地域。中国主产四川、云南、贵州、湖北、陕西、河南、台湾和吉林等省。20世纪60年代人工栽培成功，陕西省汉中地区已成为主要生产基地。此外，栽培的尚有绿天麻 *G. elata* Bl. f. *viridis* Makino，数量较少。

株高30～150厘米。块茎肉质，长圆形，长4～12厘米，直径2～7厘米，外皮黄白色，有均匀的环节，节处具膜质鳞片。顶生似鹦哥嘴的红褐色混合芽的块茎称箭麻，能抽薹开花并作药用；较小的块茎称白麻，更小的称米麻，均为营养繁殖材料。茎单一，直立，黄褐色。叶退化为膜质鳞片状，长1～2厘米，下部鞘状抱茎。总状花序，穗状，顶生，有膜质苞片。花淡黄绿色或黄色，花被合生呈歪壶状。蒴果长倒卵形。种子多数，细小如粉末状。花期6月至7月，果期7月至8月(见图1)。

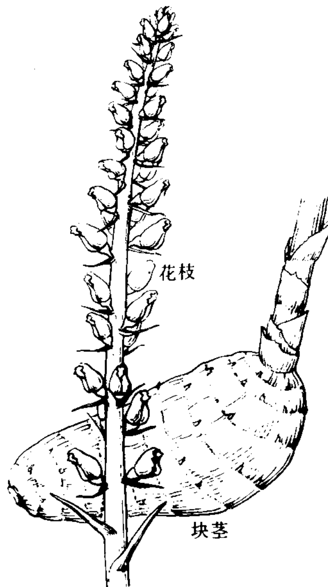


图1 天 麻

种子无胚乳，播种后靠同化一些真菌（称共生萌发菌）获得营养而萌发，20～30天可观察到萌发的原球茎，无根无绿叶，不能吸收和制造养料，无性繁殖阶段与蜜环菌 *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Quel. 共生。蜜环菌以幼嫩的菌索侵入天麻块茎表皮，向内产生分枝，不断破坏天麻的皮层薄壁组织，继续深入即被天麻消化层细胞消化。天麻靠同化蜜环菌生活、长大，并不断进行无性繁殖，至翌年冬即可收获部分箭麻，第3年夏收获种子。与双菌相继共生是其特点。其生活史如图2。

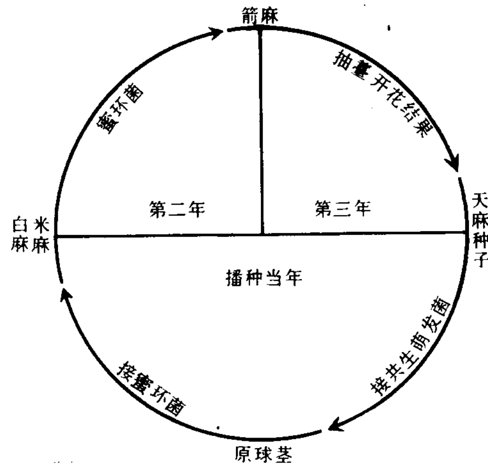


图2 天麻生活史

天麻喜凉爽、潮湿的环境条件。蜜环菌是好气菌，应选择透气良好的砂土或砂壤土。蜜环菌在6～8℃开始生长；天麻在10～15℃萌动，两者都在20～25℃生长最快，30℃生长受抑制。蜜环菌是一种兼性寄生菌，腐生或寄生在树根和树干上。

天麻有两种繁殖方法：

块茎繁殖法　首先培养好蜜环菌。选用手指粗青杠树枝，截成6～10厘米长，与带有蜜环菌的菌枝或菌棒层积培养，一月余树枝上就可感染蜜环菌，称菌枝，以此做菌种。6月至7月间挖70厘米见方、穴深25～30厘米，穴底铺一薄层树叶，选直径3～10厘米的青杠树棒，截成50厘米长，在棒两方或三方砍鱼鳞口，在穴底平摆4～5根，间隔2～3厘米，两棒间摆菌枝3～4段，覆土至与树棒平。以同法培养上层，最后覆土10厘米厚，称菌床(见图3)。

10月至11月收获天麻时，选择白麻、米麻为种栽，挖开菌床，取出上层菌棒，下层菌棒不动，只挖出棒间2/3的土，两棒间放入3～4个白麻或适量米麻，覆土至与树棒平，用同法培养上层，在顶部覆土10～15厘米厚，

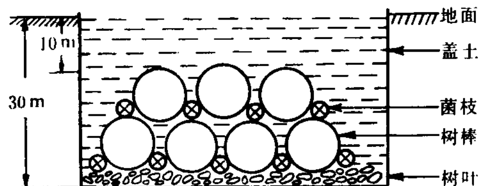


图 3 用菌枝培育菌床

翌年10月至11月即可收获(见图4)。

种子繁殖法 收获时选顶芽完好、无病虫为害和机械损伤的箭麻，栽入砂土中，覆土3厘米，冬季加覆盖物防冻，早春揭去覆盖物，4月下旬开始出苗，需搭荫棚，避免阳光直射，待花薹长至30厘米高后，将其缚在竹竿上，防止倒伏。开花时应进行人工授粉，6月种子成熟，采用即将开裂果实的种子，播于菌床上，因种子寿命短，应随收随播。播前先挖开菌床拿出菌棒，再铺一薄层无蜜环菌的青杠树的落叶，然后将种子播在树叶上，放入菌棒，盖好下层，以同法播上层，覆土10厘米。生长期间，夏防旱、秋防涝、冬防冻。病虫害有：多种真菌侵染造成块茎腐烂，伪叶甲 *Lagria* spp.、蚜虫为害花和果实，蝼蛄、蛴螬为害块茎。采收后洗净泥土，按大小分级，在沸水中煮5～15分钟，在70℃的条件下烘2～3天，即成干品。

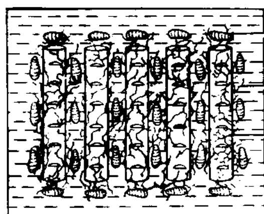


图 4 天麻栽培法

块茎含天麻甙(Gastrodin)、对羟基苯甲醛、β-谷甾醇、胡萝卜甙、柠檬酸单甲酯、棕榈酸、香荚兰醇(vanillylalcohol)等。药理实验：对中枢神经有镇静作用。味甘、性微温。有平肝、息风、镇痉等功能。用于头晕目眩、小儿惊风癫痫、肢体麻木、手足不遂等症。 （徐锦堂 冉砚珠）

田埂豆 (growing soybean on paddy field ridge) 在水稻田埂上种植的大豆。一般在单季稻田埂上种植夏大豆品种；在早稻生长季节种植极早熟春大豆品种，晚稻的田埂种植早熟夏大豆品种。田埂豆品种的生育期要短于相应水稻品种的生育期，栽秧完毕后再种田埂豆，收获水稻前，先收获田埂豆。北方在春作物的田埂上也有种植。

田埂豆都采用穴播，每穴2～3株，由于土壤湿润，植株通风透光，一般较大田的生长为好，单株产量高。以有限结荚习性、分枝多、结荚多的品种为宜。

中国水稻产区，特别是南方各省多有种植田埂豆的习惯，东南亚各国也有田埂豆栽培。

（费家骍）

田间管理 (field management) 从作物播种(或**移栽**)直至收获，所采取的一系列田间农业技术措施，包括**间苗**、定苗、**施肥**、灌水、**中耕**、**培土**、去叶、打顶以及防治病虫杂草危害等，田间管理技术可用来调节作物与环境的关系、作物个体与群体的关系、作物营养生长和生殖生长的关系，以获得较高的生物产量和经济产量。

中国农业历史悠久，传统农业经验丰富，精耕细作贯穿田间管理的全过程。公元前3世纪古籍《荀子》一书，有"今是土之生五谷也，人善治之，则亩益盆，一岁而再获之"的记述。《吕氏春秋》中有"夫稼，为之者人也，生之者地也，养之者天也"的记述。这里所说的"人善治之"和"为之者人也"，指的都是田间管理作业。后代农学家进行了不断总结和提高。如公元前1世纪《氾胜之书》记载："凡耕之本，在于趣时，和土，务粪泽，早锄，早获。"概括了田间管理采用的主要措施。中国农谚中常说的农作物"三分在种，七分在管"，就生动地表明田间管理作业对获得作物丰产的重要作用。

农作物田间管理措施按其作用可分三类：一是促进措施；二是抑制措施；三是调节措施。促进措施如施肥、灌溉和排水等，为作物创造适宜的养分、水分和通气等环境条件，促进作物的生长发育。抑制措施如玉米蹲苗，棉花去叶，烟草打顶等，控制了作物某一部位或某一阶段的生长，但其目的也是为了促进有利于人类所需要部位的生长。现今农业生产中采用喷洒各种化学制剂或植物激素，也有抑制生长或促早熟的效果。调节措施主要是为作物创造良好的生育环境，如间苗、补栽和适当密植等，使全田植株分布均匀，营养面积合理，充分利用阳光和土地。又如中耕可以疏松表土，增加透气性，蓄水保墒，提高地温。此外，喷药防治病虫杂草亦起到调节的效果。但有些农业措施可能兼具多种作用。例如培土对玉米等作物来说主要是促进根系伸长，增强抗逆力；而对花生和甘薯来说，则有利于果针入土或块根膨大。

在中国传统农业中，田间管理作业主要是通过人工和畜力操作进行的；随着科学技术的发展，农田管理将逐步实现机械化和自动化。 （张锦熙）

田间试验机具 (field experiment machinery) 适用于**农作物**育种和栽培试验的中小型农机具，包括**播种**、**收获**、脱粒、清选、烘干等机具。田间试验的特点是参试材料数目很多而每一材料的面积很小，从一平方米到几十平方米。要求播量准确、播种均匀、深浅一致，在播种、收获、脱粒、清选过程中不发生混杂。过去靠人工开沟手撒或点播，人工收割、脱粒。不但要花费大量人力、物力、时间，限制了试验的规模，而且由于各人操作精粗程度不同，形

成人为误差，影响试验的精确性。使用田间试验机具可以节约劳力，提高工效、增加精确性和均匀程度，是进行现代育种和栽培试验所必需。

发展概况　现代化田间试验机具是从大田生产农机具逐渐演变而来的。最初是一些试验场、站自行设计、制造某些简单的机具。30年代欧、美、澳洲一些国家开始研制和生产专用于田间试验的机具。至70年代已有了从种到收，各种类型的系列化田间试验机具。其中田间试验用小型联合收割机能将小区收获、脱粒一次完成。甚至配以电子秤、计算机和水分测定仪等，能在田间收获后立即得出产量结果。

50年代末E.奥约特(Фyjord)研制出锥体离心式排种器，解决了小区定量播种问题。它可把预先称量好的种子全部均匀地播入一定面积的小区内；机内无剩粒，不需清扫，即可连续播种不同品种，大大提高了小区播种的工效和精确性。但低世代材料所要求的等距点播问题尚未得到解决，直到80年代奥地利的温特斯台格(Wintersteiger)公司和联邦德国的黑格 (Hege)公司等采用气吸式排种器和种子盒供种系统后，才研制出等距点播的精密播种机。随后由于气动、液压、各种无级变速、静液压驱动等装置的采用，使各种自走式机具的结构更为精巧，性能更为完善、可靠，操作更为灵活、方便。

1964年成立的国际田间试验机械化协会(International Association on Mechanization of Field Experiment，简称IAMFE)，通过定期举行会议、交流经验、协调技术标准等，对田间试验机具的不断完善起了推动作用。

中国从50年代开始使用畜力牵引播种机、小区脱粒机、点播器等。但很多工序仍靠手工操作。70年代以后开始研制和生产单穗、单株脱粒机及各种规格的小区脱粒机。1979年以后开始从奥地利引入小区播种机、小区联合收割机和精密播种机，使田间试验逐步现代化。

播种机具　现代化田间试验播种机具主要有穗行(株行)播种机、小区条播机和精密播种机等。

穗行(株行)播种机　适用于穗行或株行稀条播，密度可随意调整。穗行(株行)播种机的排种器有两种类型。一种是锥体格盘式，奥地利生产的Seedmatic－6手扶自走式穗行播种机属此类。这种播种机装有两个锥体格盘式排种器。每个锥体格盘均匀分隔为互不相通的三个部分，各有自己的排种孔，可同时播6行。锥体格盘结构如图1所示。工作时预先存放在种子盒中的种子，通过气动装置自动进入存种筒内。当播种机行进到播线时，自动供种装置提起存种筒，种子沿锥体均匀地散落到格盘内，格盘旋转一周，种子即全部均匀地播入所要求行长的地段内。行长、行距都可调整。播幅1米。这种播种机可以进行不同材料的连续播种。当它进行本批区行材料播种时，自动供种装置已将下一批区行的种子投入存种筒内，作好下一批区行的播种准备。

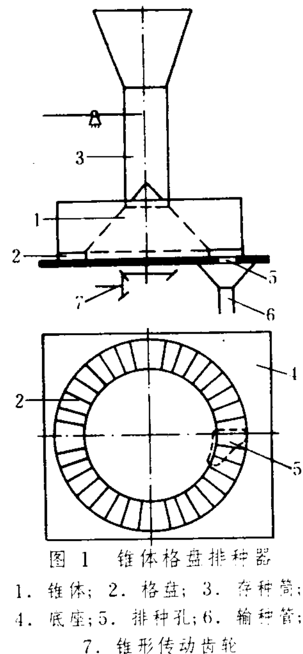


图 1　锥体格盘排种器
1. 锥体；2. 格盘；3. 存种筒；4. 底座；5. 排种孔；6. 输种管；7. 锥形传动齿轮

另一种类型可以联邦德国生产的黑格-90穗行(株行)播种机为代表。它装有6个锥体皮带式排种器，可同时播种6行。种子盒内的种子经导种管进入存种筒。提起存种筒，种子落到锥体与皮带的楔角内。地轮带动锥体和皮带轮动，楔角内种子通过排种孔落到播种沟内。同样，通过改变地轮与锥体的传动比，可以调节行长。

小区条播机　适用于小区定量条播，能将预先称量好的种子全部无遗漏地均匀播于一定面积的小区内。其排种装置亦有两种类型。一种是锥体离心式的，由锥体格盘下面加离心式排种器组成，如图2所示。奥约特小区条播机，即采用了这种装置。操作时先把第一个小区的定量种子倒入存种筒。当机具行进至起播线时，提起存种筒，使种子均匀分配到格盘内，随格盘转动排出，落到旋转着的分配器中，在离心力作用下经分配头、导种管，落入开沟器开出的播种沟内。在第一小区播种时，把第二小区种子倒入存种筒。当机具行进到第二小区的起播线时，提起存种筒，开始第二小区的播种。如此连续作业，直到所有小区均播完。该机备有出口数不同的分配头。更换分配头可以改变播种行数，在3至10行内可以任意选择。行长可由地轮与格盘的传动来调节，在4～24米范围内可任意变动。行距亦可任意调整。还可在播种同时施肥。拆去存种筒，安装

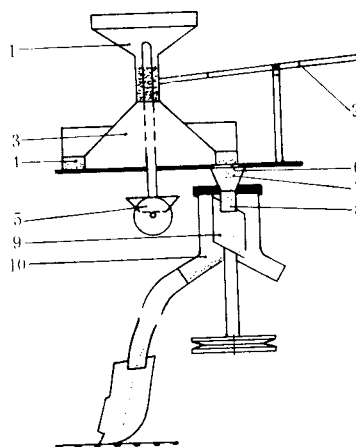


图 2　锥体离心式排种器
1. 喂入漏斗；2. 提升杆；3. 锥体；4. 格盘；5. 锥形齿轮；6. 排种孔；7. 漏斗；8. 量种孔；9. 分配器；10. 分配头

立式外槽轮排种器，还可以进行良种繁殖区的连续播种作业。这种机具有悬挂式、自走式或固定在工具车上等形式。

另一种类型是锥体回转式排种装置，是由锥体皮带式排种器下面加回转式排种器组成的。由于转速较低(300转/分钟)，故称回转式。回转部分包括回转分配器和可拆装的带有锥体的分配头。操作时种子由锥体皮带排出后，在回转分配器低速旋转过程中，均匀地撒落在分配头的锥体上，通过各个出口和输种管落到播种沟内。行长与行数的调整与锥体离心式排种器相同。这种排种装置适用于小粒种子的播种。

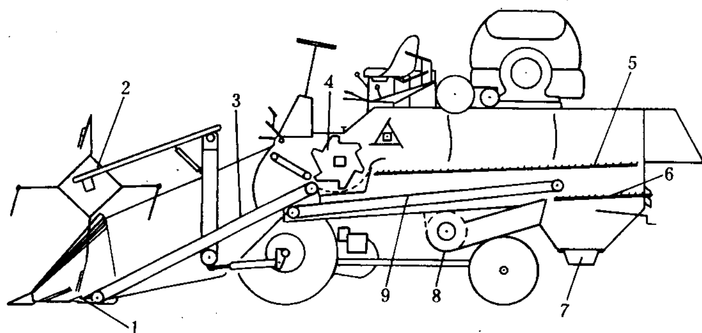


图 3 Nursery master 小区联合收割机
1．切割器；2．拨禾轮；3．倾斜皮带输送器；4．脱粒滚筒；5．分离筛；6．清洁筛；7．流谷槽；8．风扇；9．籽粒皮带输送器

两种小区条播机都可采用手动供种或由种子盒系统自动供种。由于锥体排种系统本身结构的原因，造成每小区始末两端播种密度不够均匀，需在出苗后切去两端部分幼苗，使小区规格整齐划一。也要注意确切掌握起播时间，以避免小区两端过于参差不齐。在畦灌条件下，应力求轮子走在畦面上（而不是畦埂上），以保持排种器处于水平状态，从而保证锥体分种的均匀度和播种深浅的一致。

精密播种机　适用于分离世代材料的单粒等距点播。精密播种机的排种器有机械式和气吸式两种。机械式精密排种器在大田精密播种和栽培试验上应用较广，但它要求种子先经过精选分级，然后按种子级别选用适宜规格的排种盘。育种材料数目多而每一材料的种子数量少，不同材料种子大小不一，无法实行分级播种。气吸式排种器对大小不匀的种子适应性较强，适于育种材料播种。可以奥地利生产的Plotspider 自走式气吸精密播种机为例说明之。这种播种机具有两个排种圆盘，即经向槽盘和螺旋槽盘，种子盒内的种子经导种管分别进入各自排种器的种子室。经向槽与螺旋槽重叠时的孔口具有负压，能够吸附种子。螺旋槽盘固定不动。在经向槽盘随动轮而转动时，两个排种盘的重叠孔口带着所吸附的种子沿槽由盘的中心向外移动，最后每一条经向槽吸附一粒种子，从排种口排出，落到播种沟内。在前一区播种结束时，操纵换气阀门，将剩余的种子吸到集料筒里，然后进行下一区的播种。这种精密播种机备有不同规格的经向槽盘和螺旋槽盘。根据不同作物籽粒大小选用适当槽盘即可播种玉米、大豆、麦类等不同作物。播种粒距在2～40厘米范围内有60个规格供选择。行距可任意调整。

收获机具　常用的有小区联合收割机和单行、双行收割机等。

小区联合收割机　60年代欧、美、大洋洲一些国家开始研制小区联合收割机，一次完成收割、脱粒、分离、清选等任务。随后小区联合收割机已日臻完善，到80年代奥地利、联邦德国、澳大利亚、美国、加拿大等国成批生产不同型号的小区联合收割机、水稻摘穗机，以及大豆、玉米、青贮玉米等专用小区联合收割机。

1980年中国首次从奥地利引进的Nursery master 小区联合收割机，主要适用于麦类作物的收获，其结构如图3所示。这种小区联合收割机可以安装1.25米或1.75米两种规格的收割台。适当调整或更换常用收割台后可收割玉米、大豆等。

小区联合收割机一般具有切割、输送、脱粒、清选等部件。为防止混杂，常用皮带或气流输送装置代替常规输送装置。收割机内部各表面光滑，无死角，无台阶。设置控制拨禾轮和切割器的单独的离合器，在一个小区收割完成后停在小区间隔道上继续脱粒时，停止拨禾轮与切割器的运动，防止打击或切割下一小区的穗子。选用经向风扇，在小区收获脱粒结束后，操作踏板，使风扇的风量达到最大，以便迅速清除筛面上的残留物。

单行、双行收割机　单行或双行材料的收获一般采用先割后脱办法。收割机种类很多，但需人工捆扎。小型割捆机能自动打捆，日本、加拿大等国均有生产。

脱粒机具　适用于收割材料的脱粒作业，一般能一次完成脱粒和清洁。对脱粒机具的要求是便于清扫或具有良好的自清能力，以防止混杂。脱粒机具分为单穗脱粒机、单株脱粒机和大小不等的小区脱粒机。一般为半喂入式的，主要由脱粒装置与气流清选装置组成。结构简单，可以减少存粒机会。脱粒元件有弓齿式、纹杆式、弹性元件等。弓齿式脱粒装置，脱下的种子在沿滑板下落的过程中靠气流清种，清洁种子落到抽屉内。在种子流经的地方设有监视孔口，可观察脱粒及清洁情况。清扫时松开凹板两侧螺母，使凹板上下抖动，以清除残留物。

单株或单穗脱粒机的特点是应脱的单株单穗数量大，求机内无死角、不存粒、能够连续脱粒。它是一种风扇型脱粒机，用弹性扇叶作为脱粒元件。脱出物随气流进入有机玻璃清选筒内被分开，皮壳等较轻物

体被吹出，籽粒在筒内随气流上下跳动，关闭活门，籽粒沉落装袋。该机采用单相交流电机驱动，脱粒速度可在3 600～6 600转/分范围内调节。

清选和精选机具　用联合收割机收获的种子和小区脱粒机脱下的种子有时清洁度低，需要进一步用清选机清选。清选机常采用气流清选或气流与筛子相配合的办法清选。要求是容易清扫、不混杂。精选机适用于良种繁育种子质量的提高，由圆孔筛、长孔筛、选粮筒等元件组成，可进行种子的精选和分级。

烘干装置　脱粒后的种子含水量较高，需采用烘干装置以降低种子含水量。烘干装置一般包括电热、风扇和烘干箱等三个部分。常采用成袋烘干或箱式散装烘干等形式。袋式烘干是把种子装在透气性良好的口袋里，整齐地排列在烘干箱底带孔的阁板上。箱下是盖有带孔铁板的通道。使用电热器加热的，不超过43℃的热空气从通道的一端吹入，流经种子，吸去多余水分。在烘干箱装满时，要求风扇能对每立方米种子每分钟吹送25～40立方米的热空气，空气静压为3厘米以上。　　　　　　　　　　　　　　　　（胡鸿烈）

《田间试验之设计与分析》（*Design and Analysis of Field Experiments*）　系统介绍**农作物**田间试验的设计、实施和分析方法的专著。由生物统计学家范福仁撰写。

本书共12章，首先介绍了田间试验的科学演进和基本原理，以及田间试验所必须的统计知识。然后分章论述随机区组、拉丁方及裂区试验，混杂试验，拟拉丁方、希腊拉丁方及分条拉丁方试验，拟复因子试验，平衡不完全区组试验，多年多点品种试验及多年生作物试验的设计和分析。最后论述了田间试验中的一些特种技术，包括相关变量分析、抽样技术、缺区补救和实施田间试验的必须考虑等。

本书比较全面地介绍了国际上通常应用的田间试验方法和作者长期从事作物田间试验的经验体会，是中国第一部系统论述田间试验科学方法的著作。由于历史时期的限制，该书未能包括50年代以来由G. E. P. 博克斯(Box)等人创立的以回归原理为基础的一系列试验设计（反应面方法）。但书中介绍的各种设计仍是现代作物田间试验的主体。

1942年由广西农事试验场印出第一版，1948年由新农企业股份有限公司印出第二版，当时定为大学课本，全书共346页260千字。　　　　　　　　（莫惠栋）

田菁 (sesbania)　豆科田菁属中的一个种，学名*Sesbania cannabina* Pers.，一年生草本。又称普通田菁、碱菁、涝豆。是优良的夏季绿肥及工业胶用作物。原产热带和亚热带地区。中国首先在福建、广东、台湾和浙江等省种植。全国多数地区有栽培，长江流域和华北地区种植面积较大。

主根粗，侧根发达。茎直立，高1.5～3米，无刺，初生时有绒毛。偶数羽状复叶，小叶20～30对，线状矩圆形；小叶对光敏感，有昼开夜合和向光习性。花黄色，多有紫色斑或点，2～6朵花排列成疏松的总状花序，腋生。荚果圆柱状条形，嫩时青绿，老熟时呈黄褐色，每荚含种子15～30粒。种子短圆柱状，绿褐色或黄褐色，表面有蜡质光泽，千粒重14～16克（见图）。



田　菁

喜高温高湿气候，最适生长温度为20～30℃，遇霜冻后叶片凋萎，逐渐死亡。对土壤要求不严，但在通透性能好的砂壤土和粘壤土生长繁茂。在pH5左右的红壤土和pH9的碳酸盐碱性土上都能生长。一般耕层土壤含盐量在0.5%以下可以正常出苗和生长，滨海盐土氯离子超过0.3%以上，生长则受抑制，但随苗龄的延长，耐盐能力也逐渐增强。成龄植株长期淹水时，只要不淹没其生长点，仍可生长。受淹茎部形成海绵组织，接近水面长有水生根，并能结瘤和固氮。种子不经接种也能自然成瘤。

生产上常用的品种可分为三个类型：早熟型，植株矮小，分枝多，株形紧凑，全生育期100天左右；中熟型，分枝多，主茎和分枝均能开花结荚，全生育期120～150天；晚熟型，植株高大，分枝多，花荚主要在分枝上形成，全生育期在150天以上。除普通田菁外，生产上应用的还有埃及田菁 *S. aegyptiaca* Pers.、多刺田菁 *S. aculeata* Pers. 和沼生田菁 *S. paludosa* Prain.。

可在低产的涝洼地上麦后复种，也可在中耕作物行间套种以及在稻田间套种为后茬作物提供肥料。在河滩洼地和沟渠两侧的零星隙地上也可广泛种植。种

皮厚，有蜡质，吸水较慢，硬籽率达30～50%，播前应进行处理。可条播或撒播，播深2厘米左右。在北方夏天雨季前播种时如土壤干旱，可采用"旱播等雨"的办法，使种子提前播入，进行干热处理，有利破除硬籽，一旦墒情合适即可迅速出苗。播种量作绿肥用时60～75千克/公顷，留种用时为30～45千克/公顷。施用磷肥，可以提高产草量和固氮能力。荚果成熟时间很不一致，往往早成熟的荚已经开裂而新荚还在形成。因此在中下部荚黄熟时即应收割，以免种子炸裂损失。而且适当早收还能使硬籽率降低。植株养分含量较高，盛花期地上部含干物质20～25%，含N0.48～0.52%，$P_2O_5$0.07～0.11%，K_2O0.15～0.30%。种子含粗蛋白33%左右，植株中还含有皂角甙（Saponin）。作绿肥用，增产效果十分显著，常用来改良盐碱土，对改善土壤理化性状，抑制返盐均有良好作用。茎叶可以喂养禽畜。种子含有丰富的半乳甘露聚糖胶，供多种工业利用，外皮纤维质量好，可剥麻，在印度用作黄麻代用品。茎秆是造纸原料。（陈礼智）

田七　见三七。

甜菜（sugar beet）　藜科甜菜属 *Beta* 植物。分为野生种和栽培种。栽培种有4个变种：糖用甜菜 *B. vulgaris* L. var. *saccharifera* Alef.，叶用甜菜 *B. vulgaris* var. *cicle* L.，根用甜菜 *B. vulgaris* var. *cruenta* Alef.，饲用甜菜 *B. vulgaris* var. *crassa* Joh.。作制糖原料的糖用甜菜是两年生作物。甜菜块根是制糖工业的重要原料，副产品是食品、医药、化学工业的原料，也可做饲料。

起源和发展　糖甜菜起源于地中海沿岸，野生种滨海甜菜 *B. maritima* L.，是栽培甜菜的祖先。

公元8～12世纪，在波斯帝国时代和古阿拉伯的强盛时期，甜菜已广为栽培。栽培种由起源中心先后传入苏联的高加索和西伯利亚、印度、中国和日本。当时甜菜根和叶主要作为食用。1747年，德国化学家A. S. 马格拉夫(Marggraf)第一次发现甜菜根中含有蔗糖。同年柏林科学院出版了马格拉夫的著名论文，指出甜菜根中含的糖与蔗糖相同。40年后，马格拉夫的弟子E. F. 阿查德(Achard)于1786年在柏林近郊又继续通过人工选择方法，培育出块根较肥大，根中含糖分较高的世界上第一个糖用甜菜新品种。甜菜作为制糖原料作物是18世纪后半叶开始的，至今已有200多年的历史。1802年在德国库奈恩建立了世界上第一座甜菜制糖工厂。19世纪初，法国、苏联等国家甜菜制糖工业也有了相当的发展，根中含糖率从6～8%提高到12%左右。20世纪以来，根中含糖率高者达20%以上。国际上习惯以16%为收购标准。

1985年甜菜种植面积居世界糖料作物的第二位，占总种植面积的41.7%，分布在65°N～45°S之间的冷凉地区。世界上有41个国家种植甜菜，从1982～1986年种植总面积达882.6万公顷，总产量为28 591万吨。分布在欧洲、亚洲、非洲、南美洲和北美洲。主产国有苏联、法国、波兰、中国、美国、联邦德国、土耳其、意大利、捷克斯洛伐克和英国等。

甜菜主产国面积与产量
（1982～1986年）

国别	面积(kha)	单产(t/ha)	总产(kt)
苏联	3 404	23.2	78 970
法国	503	56.4	28 370
波兰	470	32.5	15 280
美国	436	46.5	20 270
中国	520	15.9	8 270
联邦德国	402	49.8	20 020
土耳其	360	31.8	11 450
意大利	247	45.0	11 120
捷克斯洛伐克	207	35.4	7 330
英国	202	41.9	8 460
日本	73	53.4	3 900
保加利亚	49	23.7	1 160
瑞典	52	43.0	2 240

1906年中国从波兰、俄国等国家引入糖用甜菜种子，在东北地区试种。1908年建立第一座机制甜菜糖厂，即阿城糖厂，以后又在吉林省建立范家屯糖厂，在黑龙江省建立哈尔滨制糖厂。黑龙江省和吉林省是中国最早的糖甜菜产区。30年代以后在山东省和内蒙古自治区等地也开始试种。

1949年以来，随着制糖工业的发展，又在内蒙古自治区和新疆维吾尔自治区扩大甜菜种植面积，形成了东北、华北和西北三大产区。1983年全国甜菜种植面积达543千公顷，比1949年增加33倍，占全国糖料作物总面积的45.3%；全国共有甜菜糖厂121座，其中日加工甜菜500吨以上的有43座，1 000吨以上的有13座，2 000吨以上的有3座，3 000吨以上的有1座。

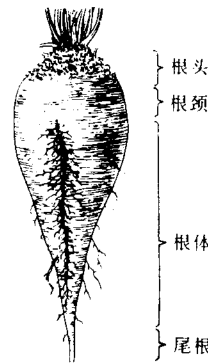


图1　甜菜块根

形态特征　甜菜在自然条件下，一般需要两年时间才能完成整个发育周期，第一年主要进行营养生长，形成繁茂的叶丛，粗大的块根；第二年进行生殖生长，抽薹开花结实。

块根　一种变态根，由主根所形成的肥大肉质根，称肥大直根，通称块根。其形态为圆锥体，分为根头、根颈、根体及尾根（见图1）。根头是缩短的茎，为叶的着生处，从生很多叶，叶腋间生

有腋芽。根颈位于根头与根体的中间，整个生长期既不生叶，也不生根。根颈的下端至主根直径1厘米的部分为根体。直径1厘米以下的主根在制糖工艺上称为尾根，根体的两侧各有根沟一条，根沟内生出大量须根。块根表皮的颜色为黄白色或灰白色。根形具有遗传性，经过多代的选择和定向培育，可形成各种不同形态的圆锥体变形，其中以楔形、圆锥形、纺锤形和锤形为多（见图2）。一般纺锤形的块根趋向丰产，圆锥形的块根含糖率较高。

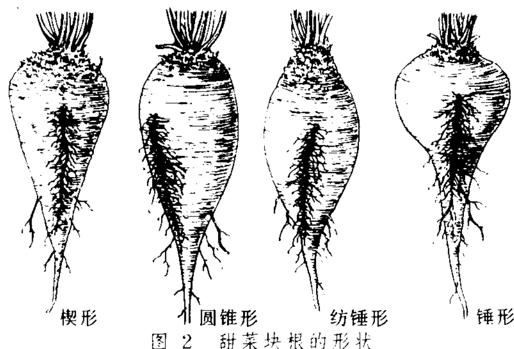


图2 甜菜块根的形状

叶 单叶，由叶片和叶柄组成。叶片形状常见的有盾形、心脏形、犁铧形、矩形、团扇形、舌形和柳叶形等。叶色有黄绿、绿、浓绿色。叶脉呈束状集中于叶柄，通过根头与根颈，同根体的维管束相贯通。叶柄呈肋骨棱状，其断面呈三角形，有的较扁平，有的较突起。叶丛有三种类型：直立状的多数叶柄与地面呈70°；匍匐状的多数叶柄与地面呈30°以下的角；斜立状的居于二者之间。叶片的形状、颜色和叶丛型等均具有遗传性。同一品种、同一自交系以及无性繁殖的植株叶形趋于一致；不同品种叶形有明显差别，三倍体植株叶形多为盾形和舌形，叶色浓绿，多皱褶（见图3）。

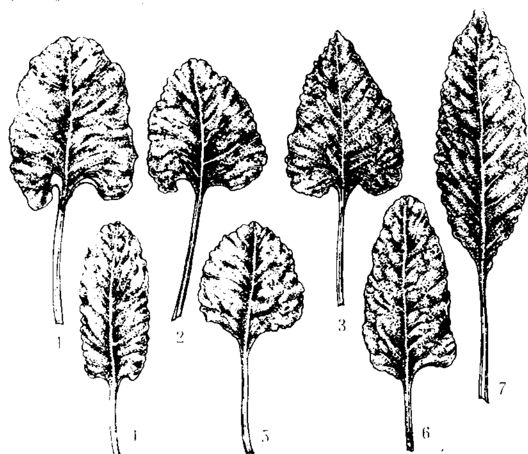


图3 甜菜叶形

1．盾形；2．心脏形；3．犁铧形；4．矩形；5．团扇形；6．舌形；7．柳叶形

花和种子 进入生殖生长阶段的植株，由根头的芽发育成花枝，俗称为薹。根头上的主芽发育成主枝，腋芽发育成侧枝。在主枝和侧枝上生出的花枝为第一分枝，由第一分枝再生出第二分枝。花枝基部呈圆柱状，顶端为三角形或多棱形的肋骨状。按花枝着生形态可分为单枝型、混合枝型和多枝型。穗状花序，也称复状花序，有无限开花的习性。花着生在花枝苞叶的叶腋处，一般为3～5朵，簇生。为雌雄同花，不完全花。有5个萼片，5枚雄蕊与花被对生，雌蕊无花柱，三裂柱头子房构成（见图4）。

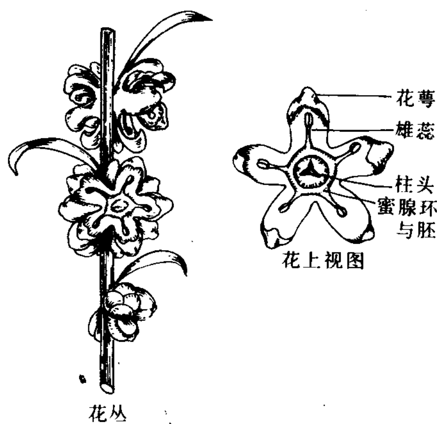


图4 甜菜花

种球属于聚花果，一般一个种球内有3～5个种仁，多则7～8个种仁聚合而成，称多粒型种球。单生花形成单果，果中包有一粒种仁，为单粒型种球。种球属坚果和蒴果的中间类型。种仁即为种子，肾形，种皮红褐色（见图5）。

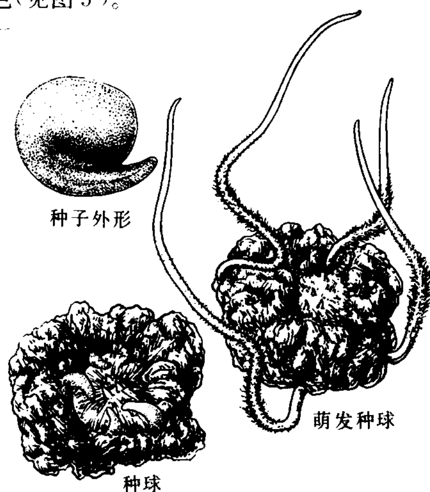


图5 甜菜种子和种球

生物学特性 甜菜属两年生作物。第一年进行营养生长，根据光合产物分配方向，体出糖氮代谢水平，以及生长中心的转移，将营养生长划分为幼苗期、叶

从快速生长期、块根糖分增长期和糖分积累期；第二年进行生殖生长，分为叶丛期、抽薹期、开花期和种子形成期。甜菜种芽、幼苗或母根，只要满足从营养生长过渡到生殖生长所需要的温度、光周期、激素以及营养物质等，均可正常地抽薹、开花、结实。

甜菜生长和发育与环境条件有密切关系，在1℃时即可发芽，但出苗缓慢。发芽的最适温度为20～25℃。生育期平均气温在19℃以上；≥10℃的总积温达3 100℃有利于叶丛生长和块根的膨大；气温日较差≥10℃，随着日较差的增加，糖分积累愈迅速。甜菜对水分反应极为敏感，适宜块根生长的土壤水分为田间最大持水量的70～80%。整个生长期需要350毫米的降水量，降水量不足时需要灌溉。适宜甜菜生长和糖分积累的日照时数为10～14小时，全年日照时数达2 800～3 000小时。种芽在1～2℃和母根在3～5℃条件下，春化效果好。甜菜是长日照作物，通过春化阶段的植株，需要日照12小时和30天以上的时间才能开花结实。植株通过春化时间对低温的要求与日照长度有关。延长日照时间，可使甜菜在较高温度下开花；相反，降低温度也可在一定程度上降低开花对日照长度的要求。在12～15℃的温度条件下，给予连续光照，经过100天左右能全部抽薹、开花，并得到成熟的种子。经过春化后的种子、母根或植株，只有在温度适宜和长日照条件下才能开花。如春化后播种或种植温度过高、或日照时数过短，都有解除春化的可能。

甜菜为异花授粉作物。开花习性为中部的花先开，两侧的花后开，上下部的花最后开。上午开放的花朵占当日开放的80%以上。在自然条件下，借助风、虫为媒介授粉。在气温较低的地区或人工强制自交的条件下，也可自花授粉，但结实率较低。雌蕊受精后，25～28天即形成种子。

综合利用　见**甜菜综合利用**。

参考书目

中国农业科学院甜菜研究所主编：《中国甜菜栽培学》，农业出版社，北京，1984。

（冯玉麟）

甜菜病害 (sugar beet diseases)　在甜菜植株生长过程中，由真菌、细菌和病毒引起的为害。世界甜菜主产区，甜菜主要病害有立枯病、褐斑病、黄化毒病、白粉病和根腐病等。由于病害影响，中国一般年份甜菜减产10～15%，糖分下降1°～3°。因气候和区域不同，其病害种类，为害程度均有差异。

立枯病是甜菜苗期病害的总称，中国甜菜产区均有发生，东北、西北地区较重，发病率在10～15%，病原菌有5种：丝核菌 *Rhizoctonia solani*、镰刀菌 *Fusarium* spp.、猝倒病菌 *Pythium de baryanum*、蛇眼病菌 *Phoma betae* 和苗腐病菌 *Aphanomyces cochlioides*。病症是在子叶轴上生有水渍状病痕，发病部位变细，产生绞缢，最后变黑，倒伏死亡。温度低、湿度大、土质粘重和排水不良易发病，土壤湿度越大感病越严重。需选用排水良好的平川地或平岗地种甜菜，并及时中耕，增施磷肥，提高抗病力。播前药剂拌种，防治效果显著。

褐斑病 *Cercospora beticola* 中国东北地区，内蒙古自治区西部、河北省、山东省等地发生严重，减产10～20%，糖分降低1°～3°。发病初期叶部呈紫褐色不规则病斑，后期呈灰白色。相对湿度98%，旬平均气温19～25℃之间，每旬降水量大于20毫米的条件下，发病严重。联邦德国H.C.瓦特森(Waltzien)报道，在6月至9月份甜菜生长期间，气温超过20℃，月降水量超过100毫米，该病要大流行。防治措施，选用抗病品种，实行4～5年以上轮作，当田间发病株达10%左右，用化学药剂防治2～4次。

黄化毒病Corium betae，中国主要分布在西北和华北地区。发病率为50～60%，糖分降低2°～4°，减产20～30%。发病叶片全叶变黄，叶脉保持绿色，叶片变厚发脆，手握易碎，8月中旬至9月中旬为流行期，主要借助桃蚜、豆蚜和甜菜蚜传播。主要侵染源是带毒种株，以及藜科杂草等。选用抗病品种，采种区和原料区隔离3千米以上，铲除杂草，减少蚜源、毒源，当蚜虫未迁飞至甜菜地之前，喷洒内吸性药剂，有良好的效果。

白粉病 *Erysiphe communis*. f. *betae*，中国主要分布在新疆维吾尔自治区、内蒙古自治区河套区域，发病率50～90%，减产10～20%，糖分下降0.5°～1.2°。发病叶片有白色绒状病斑，后期呈白粉层，白粉层中子囊球由黄变褐、变黑，感病叶片枯死。7月至8月份气温在20～26℃相对湿度65%以下，易于蔓延和流行。宜选用抗病品种，5年以上轮作，及时用有机硫药剂防治。

根腐病是由多种真菌和细菌引起的腐烂病，有镰刀菌根腐病 *Fusarium* spp.、丝核菌根腐病 *Rhizoctonia solani*，细菌性根尾腐烂病有 *Bacillus betae*、*Bacillus lacerans* 和 *Bacillus bussei*，引起根部腐烂。根腐病在中国东北地区、内蒙古自治区东部等局部地区发生严重，一般减产10%以上。7月至8月高温多湿，排水不良发病严重，8月下旬停止蔓延。根腐病是土壤传染病害，选用土壤疏松，排水良好的平川地，轮作周期5～8年，增施磷肥，深松耕地25厘米以上，可以减轻为害。

（孙国良）

甜菜虫害 (insect pests of sugar beet)
世界上甜菜产区主要有甜菜象甲、地老虎、甘蓝夜蛾、大黑金龟子、甜菜跳甲等为害甜菜。中国甜菜产区为害期长，受害严重，由出苗至收获期，均有发生，一般造成缺苗10～15%，降低糖分1°～2°。

甜菜象甲 *Bothynoderes punctirentris* 和蒙古土象 *Xylinophorus mongolicus* 发生在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、新疆等省(自治区)的干旱地区，为害甜菜子叶和真叶，造成缺苗和毁种。甜菜象甲一年发生一代，蒙古土象两年发生一代。地温15～17℃时，成虫出土，为害盛期在5月下旬。黑绒金龟子在中国东北、西北局部地区为害严重，一年发生一代，被害率10～15%，为害盛期在5月中下旬。成虫夜间或上午潜入土中，午后2～4时，出土取食，并有假死性和趋绿性，当气温升高，可飞10米远。甜菜跳甲 *Chaetocnema discreta* 在东北干旱地区或靠近森林、荒地为害严重，一年发生一代，为害盛期在5月上中旬。上述三种害虫采取虫情测报，播前进行种子处理，结合田间化学防治，均有良好效果。

大黑金龟子分布在中国，以幼虫为害甜菜，被害率10%左右，严重地块造成毁种。东北三省2～3年完成一代，为害盛期在6月上中旬，成虫喜在豆地产卵，即在豆茬地种甜菜为害严重。当秋季预测每平方米有幼虫0.5～1.0头时，播种时应结合施农药，有良好防治效果。小麦、玉米茬地种甜菜，可减轻为害。

地老虎有白边地老虎、黄地老虎和小地老虎三种。中国东北、内蒙古、河北、山东等省(自治区)为害较重，被害率10%左右，严重年份达20～30%。白边地老虎在黑龙江、吉林、内蒙古等省(自治区)一年发生一代，以卵越冬，5月下旬是幼虫为害盛期。春季降水多少是影响幼虫发生的主要因素，当土壤湿度超过30%，初孵化幼虫死亡率达50～80%。黄地老虎第一代幼虫为害期在6月下旬，二代为害期在8月中旬，成虫出现高峰期与幼虫为害盛期相距20天左右。当每平方米有三龄幼虫0.5～1.0头时，应进行药剂防治，效果显著。

甘蓝夜蛾 *Barathra brassicae* 是甜菜叶部主要害虫。中国东北地区、内蒙古自治区东部、山东省等为害严重，在东北产区每年发生两代，中部产区发生三代，8月下旬为害严重。幼虫为杂食性，成虫趋化性很强。草地螟 *Coxostege sticatis* 发生在东北三省、内蒙古自治区、山西省北部，一年发生2～3代，在6月中下旬为害严重，成虫有迁飞的习性，干旱少雨地区发生严重。白带螟是 *Zinckenia fascialis* 发生在山东、河北和陕西等省甜菜产区的主要害虫。因各虫态内在因素和外界条件的变化，世代重叠现象突出，生活史复杂。在山东省一年发生1～3代，为害盛期在9月上旬至10月下旬，草地螟和白带螟均有间歇发生趋势。上述三种害虫发生严重时，能吃光叶片，降低糖分1°～3°，减产10～15%。当卵块80%孵化，大部分幼虫已变三龄时，进行药剂防治，效果最好。

(孙国良)

甜菜地膜覆盖栽培 (growing sugar beet with mulching membrane)　用塑料薄膜覆盖甜菜地，以改善生态条件，促进早发，延长生育期，对增加块根产量和产糖量有着重要作用的一项技术措施。1980年以来，中国内蒙古、吉林、黑龙江、新疆、宁夏等省(自治区)进行多点大面积试验并陆续推广应用，取得良好效果。

地膜覆盖除具有增温、保水、改善营养外，还可抑制土壤中的盐碱上升，减轻盐碱为害。据内蒙古自治区临河地区1984年和1985年试验结果，甜菜覆盖地膜田比未覆盖的提早出苗6～9天，出苗率增加10%以上；在重盐碱土上出苗率增加6～8倍，提早封垄10～20天，单株叶片面积增加30～50%。封垄前，覆膜田比未覆膜的主根长度、根系总吸收面积和活跃吸收面积分别增加50%、178%和120%。整个生育期覆膜田的块根增长速度都超过未覆膜的，并且块根成熟期提前。块根产量增加30～40%，但封垄后，由于田间郁闭度增加，覆膜的效益逐渐减弱，甚至消失。

在深松整地基础上，及时耙耢、整平地面，覆膜后用土压严。东北春播区，普遍采取垄作覆膜栽培，选用幅宽60～70厘米地膜覆盖。华北和西北甜菜区，采取平作覆膜栽培，选用幅宽1.1米地膜，每幅播种三行，行距40厘米，地膜边缘距离苗远15厘米，埋入土中的地膜5厘米左右，每隔三行甜菜留45厘米宽不覆膜，以备取土压膜和田间管理。由于覆盖地膜，地温增高，促进土壤微生物活动，加速有机质分解。但甜菜产量高，吸收营养增加，消耗土壤肥力多，一般覆膜地要比未覆膜地施肥量要增加30～50%，可保证甜菜丰产，防止早衰。在春季土壤含水量较多和灌溉区，宜先覆膜后播种。一般比正常播期早7天覆膜、提前1～2日播种，以增高表层土壤的温度和含水量，加速种子出苗；土壤干旱、地温低或盐碱地区宜采取先播种后覆膜，比正常播种期提早2～3天。种床土壤疏松，水、温适宜，有利发芽，播种深度略浅，为2～3厘米。定植后穴呈凹形，四周突出1.5厘米，防止幼苗接触地膜受冻害或被灼伤，促进早发，增强抗寒力。先播种后覆膜的，根据幼苗的长势和天气条件放苗。放苗过早，子叶接受温室效应少，抗寒能力弱，易遭冻害；放苗过晚，膜内温度过高，易烧苗。两者都能造成严重缺苗，甚至毁种。一般全苗后2～3天开始破膜晾苗，阴天可全天晾苗；晴天，在前一天下午破膜，翌日晾苗。晾苗后，用细土封严晾苗口，防止水分散失或刮风揭膜。甜菜封垄后，随着田间覆盖度和降水量的增加或灌水量的增多，覆膜效应逐渐减弱。在中国东北、华北甜菜区，雨季来临时，覆膜田土壤含水量过高，植株出现早衰，外围叶子提早枯黄，生长势和块根增长减弱，降低经济效益。一般于覆膜后60～70天揭膜，进行追肥和除草中耕、培土等促进块根增长，减少根头

高度。在降水量不足地区，揭膜后应及时灌水，满足甜菜需水要求。 （蔡 葆）

甜菜块根 (sugar beet root) 一种变态根。由主根和胚轴膨大形成的肥大直根，又称肉质根。主要作为制糖原料。

块根形态 见**甜菜**。

块根构造 从成熟块根的横断面上，可看到表皮层、维管束环、环间薄壁组织。糖用甜菜块根的维管束环数一般为9～13环，其中心由初生木质部构成星状体。维管束环是由许多维管束组成，其内侧为导管，外侧为筛管。维管束间充满了薄壁细胞（见图1）。不同类型的品种，其块根维管束环的数目和分布的疏密不同。一般的趋势是，高糖型品种维管束环数多，密度大；丰产型品种维管束环的数目少，密度小，环间薄壁组织带较宽。

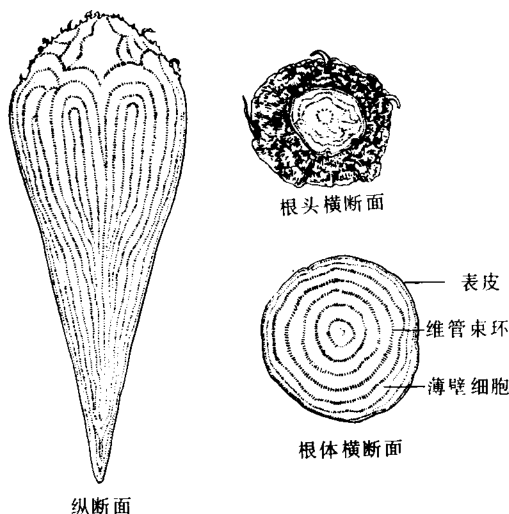


图 1 甜菜块根断面

块根形成 块根上部（主要是根头）由上胚轴形成，下部（主要是根体）由下胚轴和胚根形成。营养生长期块根构造发生三次变化，即初生构造、次生构造和三生构造。块根的膨大，主要靠额外形成层的形成和分裂活动，增加三生维管束环数目，以及环间薄壁细胞数量的增多及其体积增大。各营养生长期的块根增长速度有很大差别：幼苗期。因光合面积小以及光合产物主要用于组织分化，块根增长速度很慢；叶丛繁茂期。根组织的分化速度最快，额外形成层的产生和分裂活动最为频繁，块根增长速度逐渐增加，形成的块根重量约占整个营养生长期的1/6；块根糖分增长期。根的额外形成层形成速度渐减，其分裂频率亦逐渐减少，块根三生维管束环分化已基本结束，但薄壁组织细胞层数及体积显著增加，达一倍至数倍，促进块根增粗，是夺取块根产量的关键时期。其增长量约占块根总重量的60%；糖分积累期。块根组织分化基本停止，平均日增长量降低，总增长量约占总重量的1/5。

块根增长速度因环境条件和栽培技术的不同而有很大的差别。黑土比黄土的、壤土比粘土的、土壤肥力高比肥力低的、深耕比浅耕的块根增长速度快。适宜块根增长的土壤水分为田间最大持水量的70～80%。若土壤水分长期超过田间持水量的85%，其透气性差，能破坏根的正常代谢过程，块根停止生长，甚至腐烂，造成严重减产。

糖分积累 在叶绿体的细胞质中叶子吸收的CO_2，在蔗糖合成酶的作用下，由三磷酸腺苷（ATP）酶提供能量合成蔗糖。即：

$$\text{尿苷二磷酸葡萄糖}+\text{果糖}\xrightarrow{\text{蔗糖合成酶}}\text{蔗糖}+\text{尿苷二磷酸}$$

在蔗糖合成过程中，细胞质中无机磷浓度决定光合产物输送方向。浓度高有助于蔗糖的合成和输出；浓度低限制光合产物的输出，光合产物在叶绿体中形成淀粉。甜菜中含有皂角甙，能抑制淀粉形成，确保光合产物以蔗糖形式积累。同时甜菜维管束可直接输送蔗糖，其输送速度与组织呼吸强度有密切的关系。三磷酸腺苷能加快蔗糖输送，特别对块根糖分增长期的蔗糖输送有强烈促进作用。光合产物有70%输送到块根，其中90%以上以蔗糖形式贮藏，几乎不再转化。增加钾营养可加速输送过程。

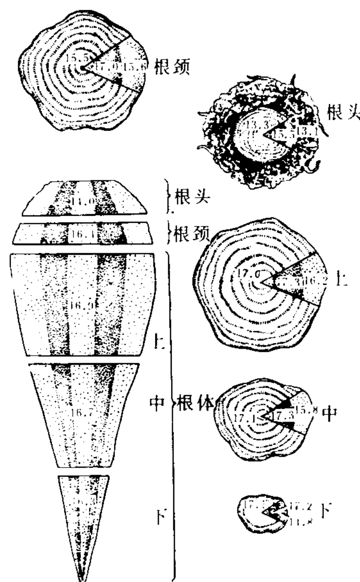


图 2 甜菜块根中糖分(%)的分布

糖分在块根中分布不均匀。从纵向看根体中含糖率最高，根颈次之，根头中含糖率低；从横向看中层含糖率最高，内层次之，外层最低（见图2）。

幼苗期和叶丛繁茂期大量光合产物用于组织分化和器官形成。糖分积累较少；块根糖分增长期和糖分积累期糖分积累显著。在正常条件下，中国甜菜主产区在糖分积累期一般每10天增加糖分0.8～1.0%，高者达1.5%以上。糖分积累与品种有密切关系。高糖型品种（Z）积累蔗糖速度快，相对值高；丰产型品种（E）积累蔗糖速度缓慢，并且光合产物向根内部分分配率高，含糖率低；标准型品种（N）积累蔗糖的速度居于高糖型和丰产型之间。收

获前4～6周甜菜的营养状况和气象条件直接影响糖分积累。当植株处于缺氮状态（叶干物质含氮量低于1 000 ppm），气温的日较差大于10℃，平均日照多于68%，可以加速糖分积累；降水量与块根含糖率呈负相关。

块根成分　由水分和干物质组成，其水分与干物质含量，因品种、栽培条件、地区和自然条件而异。干物质成分中主要是蔗糖，其主要成分：

甜菜块根的化学成分
100%
- 水分 75%
- 干物质 25%
  - 蔗糖 17.5%
  - 非蔗糖物质 7.5%
    - 可溶性非糖物 2.5%
      - 有机非糖物 2%
        - 含氮非糖物 1.2%
          - 蛋白质 0.7%
          - 非蛋白质 0.5%
        - 无氮非糖物 0.8%
      - 无机非糖物（灰分）0.5%
    - 不溶性非糖物 5%

其中不溶性非糖物中含纤维素1.2%，半纤维素1.1%，粘胶物2.4%，蛋白质0.1%，灰分0.1%，其他物质0.1%；无机非糖物中含钾、钠、铝、钙盐、盐酸、硫酸、硅酸、磷酸等物质；无氮非糖物中含有机酸，粘胶质，转化糖，脂肪，其他物质等；非蛋白质中含氨基酸0.2%，甜菜碱0.15%，酰氨和氮化物0.15%。

（蔡　葆）

甜菜块根收获（harvesting sugar beet）

当甜菜块根含糖率达15%以上和原汁纯度80%以上时，即可收获。

起收　根据生物学成熟期确定收获期。外围多数叶子变黄枯萎，叶的姿势多数变为匍匐形，中层和外层的叶子由绿色变为黄绿色并且有一层蜡质光泽；块根重量和根中蔗糖含量达到最高水平，而非糖物质含量最低，原汁纯度达80%以上，即可起收。过早收获，块根的重量和含糖率都未达到最高水平，而且因块根含非糖物质多，纯度低，影响工艺过程的蔗糖结晶，降低蔗糖的回收率；过晚收获，易遭受冻害，增加保藏损失，又因冻化块根会带来加工制糖困难，使大量蔗糖损失于废蜜之中，降低产糖量。

甜菜成熟期受多种因素制约，无霜期长的比无霜期短的地区成熟期晚，收获期也随之推迟；在土壤粘性较大，地势低洼的地块上种植，或采取灌溉栽培，因生物学成熟期推后，均比在砂质土壤和地势高燥地块上种植的甜菜的收获期迟；在糖分积累期遇高温多雨时，甜菜仍继续生长，收获期亦可推后。高糖型品种或早熟品种的块根比丰产型或晚熟品种提早达到工艺成熟期，可提前收获。

采取机械、畜力和人工收获方法。机械收获是用甜菜挖掘机或甜菜挖松铲，效率较高。用挖掘机收获能挖掘集条或挖掘集堆。甜菜挖松铲收获能切断甜菜尾根、松动块根，并保持块根在原位不倒、不露出地面，便于随捡随削，能够防止块根失水萎蔫，避免块根冻化。畜力收获，用畜力牵引的中耕犁（摘掉犁壁）起收，犁铲入土15～18厘米，从侧面掘起块根。

切削　根头，特别是着生叶子的青皮，含蔗糖低，非糖物质多，制糖价值不大，必须切削。同时切除干枯叶柄和不利于制糖的青顶和尾根。切削方法有：多刀切削法。清除块根上的泥土，在根头与根颈交界处斜向切6～7刀，切除2～3毫米厚的青皮，再切除顶端1厘米厚的青头和直径1厘米以下的尾根及杈根，根头削成梯形。此法仍保留大部分含糖低和工艺质量差的根头，制糖价值较低；一刀平削法。由第一排叶痕以上1.5厘米处一刀平削根头，切掉直径不足1厘米的尾根和杈根；根头高度不足1.5厘米的块根，由第一排叶痕以上0.5厘米处切掉根头。多头形甜菜用同法在每个根头上各切一刀。一刀平削比多刀切削其块根含糖率高0.4～1.9%（绝对值），纯度高1.6%左右。有害氮、非糖物质低1/3～1/2，工艺产糖率增加4.6～7.4%。一刀平削的切削面比多刀切削的少，感染病害的机会少，腐烂率低。但比多刀切削法其块根重量损失多。

收获过程中，应做到起收、捡堆、切削、交售连续作业。

田间保藏　切削后的块根，不能及时交售时，需进行田间保藏，避免块根失水萎蔫、受冻，降低产量和质量；还可抑制甜菜的生理生化过程；防止块根工艺品质变劣。普遍采用圆堆法保藏。圆堆的规格：直径为1～2米，堆高1.0～1.5米，每堆保藏块根1～2吨。田间保藏地一般在原地，堆底有挖坑和不挖坑两种。坑的深度为30厘米左右，挖坑可以缓和堆温变化和节省盖堆用土。堆放前剔除失水萎蔫严重、机械损失严重、受冻、腐烂和冻化块根。将宜保存的块根放于坑内或地面，堆成圆形堆。堆好后将堆面稍加平整，然后在堆面覆土10厘米左右，在堆的顶端留一直径为15厘米左右的通气孔，覆土5～6厘米，以调节堆温。覆土厚度要适当，过厚易增高堆温，块根呼吸旺盛，损失产量和糖分；覆土过薄，易受冻害、块根失水萎蔫。

（蔡　葆）

甜菜良种繁育（seed production of sugar beet）

甜菜为异花授粉作物，并具有风媒花

的特性，在不隔离又无选择的情况下，每繁殖一代，含糖率要降低0.2～0.5%。甜菜种子既不能食用，亦不能作饲料，因此需按计划繁殖良种，以保持优良种性。

20世纪60年代初，中国实现了甜菜种子自给有余。在北方采用春播培育种根，经窖藏翌年栽植采种，繁殖良种。60年代后期，又应用了夏播培育种根和秋播露地越冬采种方法进行繁殖良种。

繁育制度　甜菜主产国普遍采用三级繁育制，即由超级原种、原种和生产用种。繁育程序：第一年，育种站培育超级原种种根，贮藏期全部种根单株检糖，选出5%的最优单株留作超级原种种根，30～45%的优良单株作为原种种根，其余淘汰；第二年，超级原种种根单独隔离采种，提交原种站；第三年，原种站培育原种种根，单株检糖，入选40～50%的优良单株，繁殖原种，其余淘汰；第四年，原种种根隔离采种，提交采种站；第五年，由采种站培育生产用种种根；第六年，繁殖生产用种(见图1)。

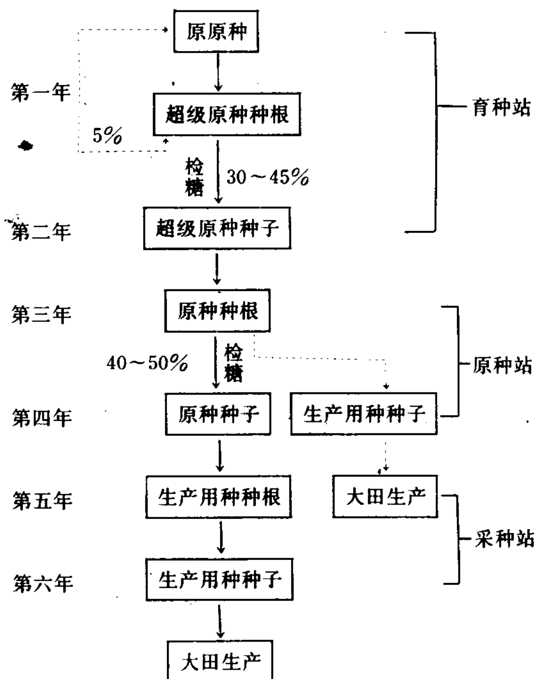


图 1　甜菜三级良种繁育程序

三级繁育制需用品系原原种与超级原种的数量较少；但繁育代数多，时间长，造成品种混杂的机率较高。欧美国家从品种选育、种子繁殖到种子加工都由专业种子公司经营。中国主要采用三级繁育制，亦有二级繁育制。

二级繁育制是一种改良的繁育制度，由超级原种和生产用种两级构成。即育种站或原种站培育超级原种，直接交给采种站繁殖生产用种种根，其繁殖程序见图2。二级繁育制度可减少繁育代数，缩短繁育时间，使新品种提前两年用于生产，但超级原种量加大。

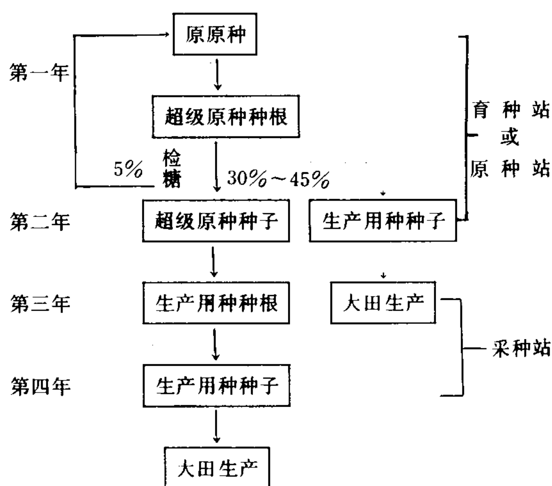


图 2　甜菜二级良种繁育程序

繁育技术　甜菜良种繁殖系数之高低决定于单位面积种根数和种子产量。甜菜种根的繁殖系数一般为1:2～4，种子繁殖系数为1:300～600，高者为1:1 000以上。为了保持和提高良种种性，常采取先进的农业技术措施，培育和选择种根和采种株；品种间大面积繁殖种子时，需隔离1 000米以上；种株花期同步，以提高杂交率。

种根培育　有春播、夏播及露地越冬等方法。培育技术与原料甜菜大体相同。用超级原种作种培育原种种根，春播行株距60×25厘米左右。用原种培育生产种种根，春播、夏播及秋播露地越冬。夏播种根一般选用春菜、豌豆、小麦和油菜等前茬。力争早播，使种根有70天以上的生育期。每公顷11万株左右，行株距70×10厘米或60×15厘米。

夏播种根繁殖系数高，耐贮性强，生产成本低，生产效益高，比用春播种根的种子可提高块根产量3～14%、含糖率0.3～0.4%和产糖量7～10%。但夏播种根根体小，易失水萎蔫，翌年栽植时，应随出窖随栽植或灌水栽植。8月下旬至9月下旬应在田间淘汰病株、劣株及变异植株，保证品种纯度以提高种性。

种根收获　初霜前进行收获。黑龙江省一般在9月下旬，内蒙古自治区、新疆维吾尔自治区等在10月份收获。收获时做到随起、随削、随堆和随覆盖，使种根不受冻害和萎蔫。种根入选标准：原种种根重量在500克以上，生产种种根在100～500克。选择根头小、无多头、无空心、无当年抽薹、根体直、根形正常、无叉根、无病虫害和无机械损伤的种根。入选的种根，削去茎叶，留0.5厘米叶柄，勿伤根皮和顶芽，根头削成铅笔尖形，进行临时贮藏，结冻后转入窖内贮藏越冬。

种根窖藏技术　中国北方甜菜产区冬季寒冷，种根需要窖藏越冬，保持种根不生芽，不感病，维持最低生命活动，减少根内养分消耗，使种根顺利通过春化。窖内湿度保持在90～95%。入窖半个月内温度保持2℃左右，12月为1℃左右，1～2月为0℃左右；窖藏期堆内温度保持1℃左右。北方春播区贮藏期为150～170天；中部夏播区为120～130天。

中国甜菜种子分级标准(部颁标准)

项目＼等级＼类型	二倍体				多倍体			
	一	二	三	等外	一	二	三	等外
发芽率(%)不低于	95	85	75	30	88	78	68	40
成熟度(%)不低于	97	88	79	35	95	85	75	50
清洁率(%)不低于	98	98	97	97	98	98	98	98
含水率(%)不高于	15	15	15	15	15	15	15	15
色　泽	黄色	黄色	黄褐色	黄褐色	黄色	黄色	黄褐色	黄褐色
种球直径(厘米)	2.5以上				3.0以上			

注：引自《轻工业部关于甜菜良种繁殖管理办法》(试行草案)1964年8月。

窖藏方式有：①永久窖。采用地上或半地下式的砖木结构或钢筋混凝土结构，与检糖室相连。可以随时调节窖内温湿度和检查种根质量，便于检糖。适用于科研单位和原种站贮藏原种种根。②简易窖。分闷窖和埋窖。适于贮藏生产用种种根。闷窖：是长方形地下式窖，保温效果好，省工省料造价低，便于管理。当地月平均气温稳定在0～3℃时，种根入窖，窖顶培土，两侧留通气孔。通过通气口调节控制窖温，发现较长时间堆温在4℃以上应及时降温。入窖20天后，窖温降至1～2℃时，封窖长期贮藏。埋窖：直接用土埋藏种根。适于冻土层1米左右的地区。冻土层浅的采用半地下式，窖深20～40厘米；冻土层较深的采用完全地下式，窖深50～70厘米。种根堆的高度一般不超过70厘米。窖宽1米左右，长度随地形而定。覆土厚度为当地冻土深度的80～90%，分次进行。

种子生产　选择中性或微碱性的肥沃土壤，要求伏翻或秋翻，耕翻深度为18～20厘米。结合整地施足基肥，有条件的地区进行冬灌。种根应随出窖随栽，以免失水萎蔫影响出苗。出窖后削去新发出的芽和腐烂尾根，切口部分用草木灰消毒。当土壤解冻15～20厘米深时，按大小分类栽植。宁夏回族自治区3月上旬栽植；内蒙古自治区和吉林省4月上旬栽植；黑龙江省和新疆维吾尔自治区于4月中旬前后栽植。适期早栽可提高种子的产量和质量。通常采取穴栽和开沟条栽，一般行株距60～70×40～60厘米，每公顷2万～3.5万株，种根应栽正、踩实、覆土3～5厘米，防止夹干土或干土接触种根。杂交种制种父母本比例1∶3～6。父母本分期栽植，使花期相遇。

种株抽薹后除去主薹，淘汰不抽薹、抽薹不开花的植株。开花后7～9天，人工摘除花枝顶尖，或开花期用0.01～0.02%的青鲜素(马来酰肼)喷洒种株，可提高种子产量10%以上。

采种。种株上有1/3种球变为杏黄色时即可收获，过晚收获会降低种子产量和质量。采用人工或机械收获，晾晒3～4天后脱粒，风干清选，达到种子标准(见表)。

种根露地越冬采种是20世纪60年代以来在中国鲁南、苏北、晋南、陕西关中平原等地应用的一种良种繁育技术。秋播培育种根，当年不起收，原地越冬，翌年继续生长结实采种。比窖藏种根采种可提高种子产量10～15%，节省劳力50～60%，降低种子生产成本，含糖率提高0.3%左右。一般在8月下旬至10月下旬播种，使越冬前叶数达16～20片，根重达50～200克。当气温稳定在0℃左右时，用犁在行间深蹚一遍，在心叶上覆土5～7厘米，以利安全越冬。翌春解冻后，除去覆土层，返青前等距定苗，多余种根另行移栽。及时加强田间管理，适期采种。　（刘升廷）

甜菜育种 (sugar beet breeding)　在掌握丰富甜菜种质资源的基础上，选育具有丰产、高糖或某种特殊优良性状的品种改良工作，对提高甜菜产质量、增强抗逆性、扩大种植区域、改革甜菜产区的种植制度和改良栽培管理技术等方面具有重要作用。

简史　世界甜菜育种约有200年的历史。1786年德国E．F．阿查德(Achard)选育出第一个糖甜菜品种西里西亚(Silesia)，含糖率只有6～8%。1850年法国J．L．维里莫连(Vilmovia)用杂交方法，选育出的甜菜品种含糖率12%左右。19世纪80年代欧洲各国相继开展育种工作，将含糖率提高到13%以上；90年代，开始用旋光计测定块根中含糖量，显著地提高了育种效果。20世纪初，甜菜根中含糖率已达20%左右。例如，波兰的阿·亚纳什一爱捷1号(A．Janasz－Aj1)。1951年联邦德国L．斯克洛舍(Schlosser)首先育成多倍体品种。1958年利用雄性不育系获得了杂交种子，尔后以单粒种一代杂种开始应用于生产。

20世纪50年代，中国开始进行甜菜育种工作，60年代初生产上全部应用自育品种，至1985年育成甜菜二倍体及多倍体品种40余个，先后在生产上发挥了作用。

育种目标　总目标是选育丰产，高糖，抗性强——具有较强的抗病性、抗旱性、耐寒性、耐盐碱性、抗当年抽薹性。品质优良——根中的有害氮、有害灰分含量低。适于机械化栽培——植株直立、根形不要过

长的单粒型品种，适应性广的优良品种。各甜菜产区的自然气候特点和耕作栽培制度不同，其具体育种目标亦有差异。

育种途径 甜菜育种的基本方法是**选择育种**和**杂交育种**。

选择育种 采取混合选择或系统选择育种是甜菜育种的基本方法之一，按一定计划、一定育种目标，挑选具有优良性状的个体或集团培育新品种(系)。此方法简便，育种年限短，见效快，一般以经济性状和抗病性等为选择育种材料。如选择高产糖量亲本，常用相关图(或弃园选择)，以阶梯划法进行选择。选择抗褐斑病亲本，一般采用目测5级分法鉴定品种发病程度、田间接种病原菌孢子诱发鉴定，或者在发病严重地区，进行异地播种，诱发鉴定。还可对抗当年抽薹、高含糖、高纯度、低灰分等指标进行选择。

杂交育种 常采用品种内、品种间和**远缘杂交**三种有性杂交方法。根据甜菜具有偏母本遗传的特点，选配杂交组合时，以具备适应当地自然条件、主要性状突出等优点的亲本作母本；以地理上远缘，性状差异大，配合力强，可弥补母本不良性状的亲本作父本。杂交技术：①人工杂交。甜菜属于两性花，杂交前在上午5～8时或下午3～6时对母本花朵进行去雄，上午8～10时取粉，待花粉散开后立即授粉（一般两次即可），套硫酸纸袋隔离。3～5天子房膨大即可去袋。②自然杂交。亲本种在一起，任其杂交。雄性不育株自然杂交，用雄性不育株作母本，自然接受父本花粉，开花前进行育性调查，去掉母本中的可育株。

无性繁殖 用于克服杂交亲本花期不遇及远缘杂交不育，或保持和改良某些隐性性状。如单粒种甜菜用无性繁殖，保持单粒性状，改善其含糖率和提高抗病性等。通常以主要亲本作接穗，将其具有某一特殊优良性状的亲本做砧木。有芽接、劈接、靠接等方法。

杂交后代性状的**遗传变异**与选择。不同类型的甜菜品种经杂交后，其杂种后代性状的遗传变异有如下趋势：块根中含糖量大多数都介于双亲之间，含糖量受母本的影响较大，遗传传递能力较强，以高糖自交系作母本的，杂种后代一般含糖量较高，含糖量的性状从杂种一代和二代开始选择。杂种第一代的根产量具有明显的杂种优势，一般均高于双亲的平均值，个别组合可超双亲。世界上普遍采用杂种优势育种，利用杂种一代。但根产量受环境条件影响较大，遗传力弱，随着提纯世代的增加，有降低的趋势，应在早代大量淘汰低产组合。杂种后代抗褐斑病性状，多数介于双亲之间，较明显倾向于母本。选用抗病品种作母本，效果较好。抗褐斑病性状遗传力较强，有加性效应。

甜菜杂种后代的遗传变异是多种多样的，应按育种目标选择杂交后代。在杂种第一代入选组合，杂种二代入选单株，杂种三代选择优良株系，并进行单株选择，对种子量大的组合，可进行初级比较试验，杂种第四代进行比较试验，决选优良株系，采收优良株系或优良单株种子，杂种第五代决选优良品系，杂种第六代继续进行高代品系比较试验和品系杂交组合配合力鉴定。通过各世代的选择和鉴定，选出优良组合，参加品种异地鉴定和区域试验，并进行多点生产示范。达到育种目标的优良组合，经审定命名应用于生产。

（杨炎生）

甜菜栽培 (sugar beet culture) 根据甜菜生物学特性和对环境条件的要求，确定栽培措施，以达到丰产高糖，增加经济效益的一项技术。主要是**整地**、**播种**、田间管理等。

整地 甜菜种子小，幼芽拱土能力弱，吸水多，同时甜菜为深根系作物，根系入土深达2米以上。在种子发芽、出苗、根系发育以及块根膨大过程中对(土壤)水分、温度、土壤结构等要求严格。在夏收作物收获后应及时进行耕翻(松)，作到秋施肥、秋起垄和镇压连续作业。平作区做到耕、翻、耙(耱)连续作业。一般耕翻深度18～20厘米，深松的为25～30厘米。达到耕层深厚、土壤疏松。耕地时间，夏耕优于秋耕，秋耕好于春耕。**施肥**以优质的农家肥料为主，在干旱地区可混合部分氮磷化肥，耕前撒施，或随起垄条施。

播种 选择直径2.5毫米以上，千粒重20克以上，发芽率不低于75%的种球作种。为便于**播种**，机播的需预先将种球表面磨光。在土壤5厘米深处日平均温度稳定在5℃以上时为播种适期。中国甜菜春播区，除东北北部温度回升较慢，播期延至4月下旬至5月上旬外，一般在4月上中旬播种；夏播区在前作收获后立即播种，播期不能晚于7月初。种子发芽时需要吸收种球自身重量的1.2～1.6倍水分，适宜的土壤湿度为土壤最大持水量的75～80%，低于60%时，不易发芽。干旱地区宜进行秋冬**灌溉**或早春灌溉。无灌溉条件的应及时抢墒播种或浇水播种。播种方法分条播和点播两种。①条播：可用机械播种和畜力牵引播种。机播适于种植面积大的甜菜产区，有开沟平播和平播后起垄及垄上条播三种形式。播种深度3～4厘米为宜，要防止种子下陷。用种量为22～25千克/公顷。②点播，在垄上用人工刨坑或机械点播。随施种肥（优质农家肥混适量氮磷化肥）。每穴点种5粒左右。轻镇压后，覆土3～4厘米，播后再镇压。浇水点种的，需隔日镇压。用种量为15～22千克/公顷。

田间管理 甜菜单位面积干物质产量高，每生产1吨块根和同等数量的叶丛需氮4.5千克，磷1.5千克，钾5.5千克，是需肥较多的作物；蒸腾系数300～400，一般生产田耗水系数145左右，高者达263。根据甜菜需肥、需水等特点进行田间管理是增产增糖的重要措

施。

幼苗期　种芽出土、子叶展开至块根初生皮层脱落期间，主要进行组织分化和根叶形态建成。以氮代谢为主，并保持较高的磷代谢水平。此时气温低，植株矮小，叶子生长缓慢，吸收营养物质较少，水分的消耗量亦少。适于幼苗生长的土壤湿度为田间最大持水量的60%。在施足种肥的基础上，一般不追肥。为避免苗期灌水降低地温，影响根系发育和植株生长，也不灌水。在1对真叶期进行疏苗，2～3对真叶期定苗，行株距50～66×20～25厘米，密度6万～10万株/公顷，同时进行中耕除草，中耕深度为15～18厘米。

叶丛繁茂期　块根脱皮结束至植株封垄，叶片数量迅速增加，叶面积急剧扩大，平均两日形成一片叶。以地上部生长为主，氮代谢占绝对优势。消耗氮素约占总耗氮量50%以上，磷和钾消耗占总消耗量的20%和30%。耗水量显著增加，约占总耗水量的40%以上。土壤湿度为土壤最大持水量75～80%为宜。此期田间管理的关键是促进早发棵，加速植株封行，使叶面积系数及早达到4。结合定苗追施氮肥，每公顷施氮素60～75千克。有灌溉条件的于追肥后灌水，隔半个月再灌一次水，灌后及时中耕松土。非灌溉区，于定苗后15天和30天左右分别进行中耕松土，深度15～18厘米，以利块根膨大。

块根糖分增长期　封垄30～40天内，由地上部生长转移至地下部生长。块根和蔗糖日增长量的绝对值和相对值都达最高峰。以糖代谢为主，吸收氮素量降低，约占总耗氮量的20%左右，磷和钾分别占17%和14%。此时为需水临界期，要求土壤湿度达土壤最大持水量的75～80%。使田间保持正常的叶面积动态，防止功能叶片早衰，延长叶片寿命。如土壤肥力不足，出现脱肥现象，需要根外追肥，每公顷喷施有效浓度0.1%氮、磷、钾（等比例）营养液750～900千克。中国东北、华北春播甜菜产区，处于雨季，土壤水分一般能满足甜菜生长需要，一般不灌水，但需注意排水，以防内涝。如土壤持水量低于70%时，以及西北春播甜菜区，一般每隔10～15天灌一次水，每次灌水量600米^3/公顷。

糖分积累期　**收获**前30～40天，叶子生长基本停止，叶色由绿色逐渐变黄绿色。块根增长缓慢，而块根含糖分不断增加。氮代谢水平急剧下降，耗氮仅占总耗氮量的10%左右。但糖代谢旺盛，磷钾营养水平增高，磷和钾的消耗分别占总消耗量的30%和25%左右。需水量减少，土壤湿度以田间最大持水量的60～70%为宜。通过水肥管理，防止叶片早衰，提高光合作用强度，加速蔗糖的合成和输送。叶面追肥喷洒磷酸二氢钾、过磷酸钙浸水液或硼砂、硫酸锌溶液等都有显著的增糖效果。土壤湿度低于田间土壤最大持水量60%时，需灌水，为了防止根叶比例失调，影响糖分积累和增加块根含水量，于收获前20天左右停止灌水。

当秋季平均气温达生长临界温度（5℃），块根和糖分停止生长时，即进行收获（见**甜菜收获**）。

（马青才）

甜菜纸筒育苗（growing sugar beet seedling with paper pot）　将甜菜种子播在装有营养土的纸筒中置于塑料棚内进行育苗的方法。可以延长**生育期**30天左右，增加≥10℃的**积温**300～500℃，带筒移栽不需缓苗，少伤根，可提高移栽成活率和保苗率，比直播法增产25%以上。20世纪80年代中国从日本引进此项技术。

纸筒是以木浆为主要原料制成专用育苗纸，再制成筒状。每筒长13～15厘米、筒径1.9厘米。每1 400个单筒粘结成一册，每册长120厘米，宽30厘米，每公顷用60册。

纸筒内装有育苗土。每册育苗土需肥沃田土40千克和优质土粪15千克，用孔径6～8毫米筛过筛，磷酸二铵150克（或硝酸铵50克加重过磷酸钙150克）碾成粉，与过筛土充分混拌、装册墩实。在播种前，每册用15千克水溶解2克敌克松制成的溶液浇透育苗筒。

育苗棚有塑料大棚、塑料小拱棚、土坯棚三种。一般采用小拱棚育苗。小拱棚以长条竹片扎制，棚宽175厘米，棚高80厘米，棚长视育苗场地而定，上覆塑料薄膜。其特点是方法简单，造价低，便于管理。宜选择地势平坦，避风向阳，用水方便的育苗场地。于3月中下旬播种，在播种前将纸筒浇透水，每筒播1～2粒精选的单粒种或碾光的种球，用过筛的田土覆盖1～1.5厘米，每个纸筒边缘露出1～2毫米。苗床管理的关键是控制棚内温度。播种后，白天棚内温度控制在25℃，夜间保持5℃以上为宜；出苗后，白天控制在20℃，夜间5℃，以利壮苗；1～2片真叶期，白天控制在25℃，夜间不低于0℃，以防止徒长。2～4片真叶期，揭膜锻苗，锻炼后的苗，要达到叶片厚，叶柄短，根茎粗。无特大寒流，一般夜间不覆盖。出苗达70%时，开始间苗，每筒内留一株，4片真叶时，即可移栽。栽前浇透水，喷500倍甲胺磷药液和0.3%尿素肥液，以利移栽成活，防治苗期害虫。（马青才）

甜菜综合利用（multiple utilization of sugar beet）　甜菜除块根供制糖外，其余部分都可作饲料，制糖副产品可再利用。

甜菜的茎叶、青头、尾根和采种后残留的老母根，均含有丰富的营养成分。新鲜的甜菜茎叶含蛋白质2.4%，脂肪0.4%，纤维1.6%，还含有赖氨酸和色氨酸及一定数量的微量元素。1千克茎叶的营养价值相当于0.4饲料单位。青头、尾根和老母根的营养价值高于

茎叶。

新鲜茎叶除直接利用和干贮外，也可青贮保藏。茎叶经发酵后可增加饲料的可消化养分，使饲料具有芳香味，增进牲畜的食欲；能降低草酸钙的含量，防止牲畜腹泄，用青贮茎叶喂奶牛，可减少牛奶中甜菜碱含量，提高产奶量。青贮方法有两种：①地下青贮。窖址选用畜舍附近地势较高、干燥、土层深厚和排水良好的地方。中国东北、西北地区窖深以2～3米为宜，直径3米左右，窖上盖1米厚土层；山东、江苏、河南等省窖深一般为1.5米，直径2.5～3.0米，茎叶高出地面20厘米，盖土70厘米。收获前挖好贮藏窖，窖壁干燥后使用。入窖前，把茎叶晾晒一两天，使茎叶含水量降到70%左右，清除泥土和腐烂茎叶。选晴天装窖，窖底铺5～10厘米厚的干草，再装茎叶、青皮和尾根，随装随夯实，当日封窖。装窖后，盖10厘米左右的秸秆，然后覆土踩实。发酵3～4个月后，呈黄绿色，质地松散，有芳香味，即可开窖供喂养。②地上青贮。不适宜地下贮藏的，采用地上青贮，室内外均可。室外贮藏，选地势干燥，排水良好的地方，把新鲜的茎叶稍加晾晒，在地面上堆积成圆仓形，随堆随踩实。堆后用秸秆盖好，泥土封严或用塑料薄膜覆盖。茎叶少的，可在室内贮藏，把茎叶装入缸内踩实，用泥封严即可。

制糖后的副产品有糖蜜、滤泥、甜菜粕等。糖蜜经发酵可提取酒精、甘油、乙醛、丙酮、柠檬酸、味精等，还可直接做为饲料。滤泥主要用作肥料、饲料、甜菜保藏的防腐剂等。甜菜粕（榨糖后的甜菜丝）含有丰富的营养物质，是良好的饲料，加工100吨甜菜块根可产90吨新鲜的甜菜粕。新鲜的甜菜粕含蛋白质0.6%、纤维1.4%、灰分0.3%、无氮浸出物4.7%，10千克甜菜粕相当于0.8～1.0个饲料单位。为了便于储藏运输，也可制成干粕。（蔡 葆）

甜粉玉米

见玉米类型。

甜叶菊 (sweetening chrysanthemum)

菊科甜菊属甜叶菊种，学名 *Stevia rebaudianum* Bertoni，多年生草本植物。原产南美洲巴拉圭和巴西交界的阿曼拜山脉，是一种很有价值的糖料作物。中国已引进并栽培。整株都含有糖分，以叶片的甜度最高。含糖苷14%，枝梗的糖苷相当于叶片的一半。叶片经晒干粉碎后即可当糖料，或经热酒精处理，乙醚沉析也可获得20～26%蛋黄色粗提物，甜度为白砂糖的100～150倍，精制品白色，甜度相当于白砂糖的250～300倍，而热量仅为白砂糖的1/300。甜菊苷有六种单体物质，先后已提出白色粉状双萜配糖体菊糖苷（stevioside），甜度为蔗糖的300倍；双萜醇糖苷（steviolbioside）；瑞包糖苷A（rebaudioside A），甜度最高为蔗糖的450倍；瑞包糖苷B（rebaudioside B）；甘草苷A（dulcoside A）及甘草苷B（dulcoside B）等，可作为甜味添加剂。甜菊已代替糖精，广泛应用在食品工业上；作为淹渍剂加入酱油、酱瓜及其它酱品中，有防腐作用。巴西、巴拉圭及南美洲各地还运用于医学临床实践，作为强壮剂、醒酒剂、健胃剂，其功能具有提高血糖，促进人体代谢的作用。

株高一般70～80厘米，老茎半木质化，茎粗1厘米左右，分枝性较强，无明显主茎。叶对生，叶柄短，叶呈披针形，边缘呈锯齿状，叶腋有芽，叶片两面及茎枝上有乳白色短茸毛。两性花，白色头状花序，呈伞状排列，每一头状花序有4～6朵筒状花，花冠基部呈浅红色或白色，上部呈白色或乳白色。果实为瘦果，种子呈纺锤形，长2～3毫米，成熟种子为黑色或黑褐色，千粒重0.18～0.35克，染色体数2n＝22。



甜 叶 菊

此作物性喜温湿，对土壤要求不严格。在土壤湿润，肥料充足，温度在15℃以上的条件下生长良好，根系耗氧少，耐高湿，不耐旱，早期缺水时生长受抑制。生长前期吸收养分少，旺盛期吸收最多，氮磷钾中以吸收钾素最多，磷素较少，氮素适中，施用堆肥和石灰可提高产量。二三年生的宿根甜叶菊其干叶产量为一年生的150～200%，糖苷含量为130～160%。第一年栽培的植株冠层较大，宜密植，以防倒伏。第二年株型改变，从地下生出许多茎，小枝条较少。根系也从胚根发展为主侧根，下胚轴再长出粗根和细根，因此植株不易倒伏。一般每年增加新根，前一年的旧根条渐渐失去作用，最后消失死亡。到第四年根系已很大，上部的根条互相交叉，以致植株生长开始衰退。

甜叶菊原为野生，又是异花授粉植物，经多年的引种驯化，后代广泛分离，变异幅度甚大，混合品系中有大叶、小叶、厚叶、薄叶、迟熟、早熟、抗病、不抗病、抗旱、不抗旱等类型，生产上应用的以大叶迟花型为主。可用种子或扦插繁殖，气温在20℃时扦插成活率较高。种子在暗中萌发最适。以嫩尖嫩枝扦插为佳，也可选枝条节间中部扦插。可结合大田移栽打顶时进行扦插育苗，随采随插，以防萎蔫。苗床的湿度要大，不论用的是生长点或嫩分枝，至少有三至四节应去掉叶片，其它的叶片切除2/3，然后插在湿土或湿沙中。六对叶时可带土移栽，行株距50厘米×10厘米，一般移栽10天后返青，成活后松土，封行前结合培土施肥，防止倒伏。要勤施少施追肥，原则上是两头少中间多，收获前10天停止使用氮肥，应避免积水以防根系腐烂。

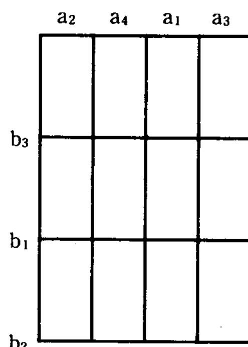
常见病害有立枯病。叶斑病、白绢病等，多发生在高温高湿季节。主要害虫有蚯蚓、蝼蛄、地老虎、菜青虫、蚜虫等，应及时防治。

收获期以始花至盛花期为宜，因此时糖苷和单葡糖基甜菊糖苷的含量最多。一般收叶2～3次，每公顷收干叶产量750～2 250千克；一般定植后80天左右开始收割，以后每隔一个月收割离地面15厘米以上的茎枝，保留基部枝叶6～10厘米，以维持光合作用。第一次收叶后在根际附近施石灰或用五氯硝基苯消毒，防止死蔸。每次收叶后及时追肥。收获叶片应及时晒干，或在50℃左右的温度下烘干，以含水量不超过10%为度。

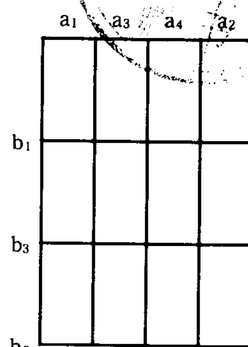
甜叶菊宿根的抗寒力较强，只要表根不裸露地面，老蔸能耐－12℃低温，当茎枝平土剪去，就可露地越冬。春天出芽后马上松土、除草、灌溉及施肥，以利早出苗、多出苗。宿根甜叶菊，其管理与一年生的大体相似，但出苗多的要进行分株移栽，宿根苗现蕾较早，第一次收叶时间也要提早。　　（卓仁松）

甜玉米　　见玉米类型。

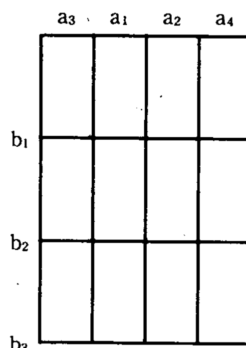
条区试验设计 (split-block design)　在每一区组的纵横两个方向分别安排两个试验因素的一种设计。如果试验的两个因素都要求较大的小区，而且，为了管理及观察方便，两个因素的小区都要求呈长条形时，可将每个区组先划分为若干纵向小区布置第一个因素（A）的各处理；再将该区组划分为若干横向小区，布置第二个因素（B）的各处理。这种设计是裂区设计的一种变型，这时纵横方向小区都是主区，两个因素的各处理组合小区才是副区。如A因素有4个处理（a_1、a_2、a_3、a_4），B因素有3个处理（b_1、b_2、b_3），则三个重复的排列设计如下图所示。



区组Ⅰ



区组Ⅱ



区组Ⅲ

与裂区设计相似，条区试验设计的A、B因素都可按随机区组或拉丁方排列，从而构成不同的主、副区形式。其统计分析的特点在于可将试验误差分解为误差a、误差b和误差ab三个部分，分别用于测验A因素、B因素的主效应和A×B互作效应的显著性。对于A因素（a个处理）和B因素（b个处理），皆为随机区组排列，重复r次的条区试验方差分析的自由度分解可表示如下：

变异来源	自由度
重复间	$r-1$
处理间（A）	$a-1$
误　差(a)	$(a-1)(r-1)$
主区（A）总计	$ar-1$
处理间（B）	$b-1$
误　差(b)	$(b-1)(r-1)$
主区（B）总计	$br-1$
A×B	$(a-1)(b-1)$
误　差(ab)	$(a-1)(b-1)(r-1)$
总　和	$abr-1$

从上表可看出，条区试验误差b和误差ab实际上是将裂区试验误差b进行再分解，即$(b-1)(r-1)+(a-1)(b-1)(r-1)=a(b-1)(r-1)$。误差a和误差

b的自由度都较小，再加上主效应的混杂，因而对A、B因素主效应测验的精确度较低，而对A×B互作效应测验的精确度则较高。

条区设计只适用于复因子试验中两个因素都需要面积较大的长条形小区，或者对于因素间互作效应测验要求精确度较高的试验。在一般情况下，很少采用这种试验设计。 （郭平仲）

贴梗木瓜 (common flowering quince) 蔷薇科木瓜属贴梗木瓜种，学名*Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai，落叶灌木。别名皱皮木瓜、宣木瓜、贴梗海棠。以果实供药用。分布于中国广东、广西、云南、四川、陕西等省(自治区)。主产安徽省，以宣城地区产者质量为佳，江苏、浙江、江西、河南、山东、福建、湖北和湖南等省均有栽培。同属植物有木瓜*C. sinensis* (Thouin) Koehne。别名光皮木瓜、榠楂。果实同作药用。两者均可栽培于庭园作花卉观赏。分布于江苏、安徽、浙江、山东、江西、福建、湖北、陕西、广东、广西和四川等省(自治区)。

贴梗木瓜株高2～3米。枝有刺，小枝无毛。单叶互生，具叶柄，叶片卵形、长椭圆形或椭圆状倒披针形，边缘有尖锐细锯齿，托叶大，斜肾形至半圆形。花先于叶开放或与叶同时开放，数朵簇生，淡红色或白色。梨果卵球形，木质，黄绿色，干后果皮皱缩，种子扁平，长三角形。花期3月至5月，果熟期9月至11月。木瓜为落叶小乔木，株高3～7米，枝无刺，幼枝有淡黄色柔毛。单叶互生，长椭圆形或椭圆状卵形，边缘有刺，芒状锯齿。花单生于叶腋，淡红色。梨果长圆形，深黄色，木质，芳香。花期4月至5月。果期9月至10月。



贴 梗 木 瓜

喜温和湿润气候，适应性较强，不耐寒。在北方寒冷地区冬季地上部易冻伤或冻死。对土壤要求不严，以疏松肥沃排水良好的砂质壤土和壤土为宜。盐碱地及低洼积水地不宜栽培。贴梗木瓜用扦插、压条、分株和种子繁殖。①扦插繁殖。在春季发芽前选取1～2年生健壮枝条，剪成15～20厘米长的插条，斜插于沟内，填土压实，培育1～2年后移栽；②压条繁殖。在春秋两季将根部的枝条弯曲压入土内，枝梢外露，待生根后剪断，带根移栽；③分株繁殖。在春秋两季将母树根旁萌生的1～2年生嫩枝，自根部分离挖出，带根移栽。此法简便，成活率高，一般多采用分株法；④种子繁殖。春播3月中旬至4月上旬，秋播9月下旬至10月下旬，开沟条播，每公顷用种子45～60千克，培育2年后，按行株距1.5～2米移栽定植。苗期经常保持土壤湿润，防旱，防涝。成年树每年在冬季或早春须整枝修剪一次，剪去病枝、枯枝、密枝，使通风透光良好，提高开花结果率。病虫害有叶枯病 *Septoria* ssp.及蚜虫等。9月至11月间果实呈青黄色，香气浓时采收，采摘后纵剖成两半，直接晒干，或放入沸水中煮5～10分钟，或水蒸10～12分钟，再晒干。木瓜用种子繁殖，春播3月上旬至4月上旬，秋播10月中下旬。条播育苗，待苗高30～60厘米时，按行距2.5米，株距2米移栽定植，其他同贴梗木瓜。

果实含皂甙(Saponin)、苹果酸(Malic acid)、酒石酸(Tartaric acid)、柠檬酸(Citric acid)、黄酮类(Flavonoide)、维生素C(Vitamin C)、鞣质(Tannin)等。药理实验：木瓜煎剂对蛋清性关节炎有消肿作用。味酸，性温。有祛湿舒筋、平肝和胃的功用。主治腰腿酸痛，湿痹，吐泻转筋，脚气，水肿等症。果实还可制蜜饯。 （孙鹤年）

通径分析 (path analysis) 关系分析中将原因变量与结果变量间的关系分剖为直接效应与间接效应的一种分析方法。假定X_1、X_2和X_3是原因变量，Y为结果变量，R为剩余变量。原因变量彼此间有相关(r_{ij})，它们对Y的直接效应(即通径系数)分别是p_1、p_2和p_3。上述关系可通过通径图表示(见图)。

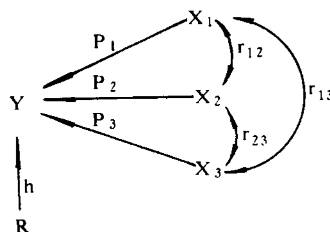
通径系数乃是标准化的偏回归系数。若以bi表示Y对Xi的偏回归系数，σ_{xi}和σ_y分别表示Xi和Y的标准差，那么，

$$p_i = b_i \sigma_{xi} / \sigma_y$$

因此，只要求得偏回归系数bi和有关标准差σ_{xi}与σ_y，就可估算Y与Xi的通径系数p_i。另外，也可根据通径图，直接写出一组联立方程：

$$p_1 + r_{12}p_2 + r_{13}p_3 = r_{1y}$$
$$r_{21}p_1 + p_2 + r_{23}p_3 = r_{2y}$$
$$r_{31}p_1 + r_{32}p_2 + p_3 = r_{3y}$$

将有关的相关系数(r_{ij})值代入方程，就可求得相应的通径系数p_1、p_2和p_3的值，它们分别是X_1、X_2和X_3对Y的直接效应。然后，将某一原因变量X_i与另一原因变量X_j之间的相关r_{ij}乘以X_j向Y的通径系数p_j，则可得到Xi通过X_j对Y的间接效应($r_{ij}p_j$)。将某一原因变量对结



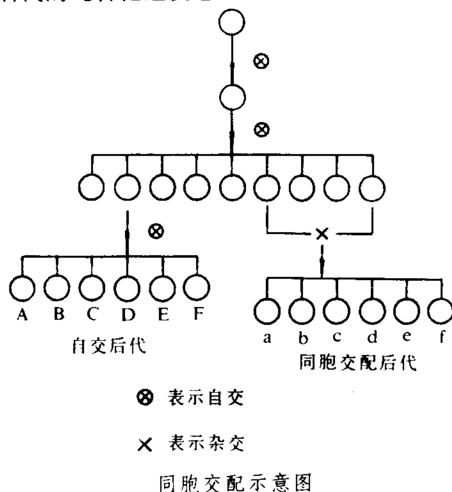
通 径 图

果变量的直接效应和所有间接效应加在一起，则等于它与结果变量Y之间的相关系数：

$$r_{ij}=p_i+\sum r_{ij}p_j$$

从而可将原因变量x_i与结果变量间的相关r_{ij}分剖为直接效应p_i和间接效应$r_{ij}p_j$。这样就能对多个性状间相互关系的实质，有较为透彻的了解。通径分析特别适用于多性状因果关系分析，并可在性状间的单相关、多个性状间偏相关和复相关分析都难以得到明确结论的情况下，将其间的复杂关系逐一分剖，使关系分析层次清楚、条理分明。（郭平仲）

同胞交配 (sib mating) 同父同母的子代中雌雄个体间的交配。是近亲繁殖的一种形式。**农作物**的同一品系或**自交系**的单穗后代个体间的杂交即属于同胞交配，习惯上称为兄妹交（见图）。由于同胞之间在遗传上存在一定的差异，所以同胞交配与自体受精或自花授粉相比，其近交退化的程度要轻一些，同胞交配后代的纯合化速度也比自交缓慢。



同胞交配示意图

同胞交配在植物育种中也是一种广泛应用的有效手段。例如**玉米育种**中常采用同胞交配法保存自交系原种。这样既可保持自交系的典型性又不致过分地降低生活力。在选育自交系时，一般经过6～7代自交和选择，大多数基因已相对纯合稳定，此后即可用同胞交配的方式留种。此外，在用**轮回选择**进行**群体改良**时，常采用全同胞家系轮回选择。这种选择方法是先在群体内组配成许多同胞交配的组合，然后在田间鉴定各组合子代的优劣，并按一定比例选出其中优秀的组合作为新群体的来源。这种方法能使优秀组合的双亲的优良特性在后代中再度出现。

（戴景瑞）

统计分析 (statistical analysis) 应用统计学原理和方法来搜集、整理和分析试验或调查所得的数据，从而就研究对象的数量特征作出科学推断的数学方法。是应用数学的一个组成部分。统计分析一般分为描述统计和推断统计。描述统计是对试验或调查数据进行整理并用统计数描述其分布特征；推断统计主要涉及观测规划，如试验设计的制定、试验数据分析，以及如何从资料作出推断等。在农业上，统计分析的主要作用是为试验设计或调查方案提供依据，正确地搜集试验数据或调查资料并予以整理和描述，对试验或调查结果进行科学分析与推断。

统计一词的最早含义是指古代有重大政治意义的数据收集，如人口调查、税收记录等。数学家C．卡达诺（Cardano）在专著中最先讨论了概率问题，至17世纪发展为概率论，为处理数据方法提供了理论基础。1733年A．德·莫伊（de Moivie）提出对统计学发展有重大影响的正态曲线。1809年K．F．高斯（Gauss）发表了正态曲线方程的论文，此后在应用上引起了广泛重视。1888年F．高尔顿（Galton）提出相关和回归概念，П.Л.切贝绍夫（Чебышев）对有限量均数$\overline{x}$和方差S^2的分布作了深入研究。可以说，19世纪是描述统计发展的阶段。1901年，由K．皮尔逊（Paerson）创办的*Biometrika*杂志第一期，最早采用生物统计这一术语。1908年W．S．戈塞特（Gosset）提出小样本平均数抽样的t分布，并用于样本比较测验，这是统计分析发展史上的又一个里程碑。皮尔逊和戈塞特分别对大小样本的统计推断方法作了精辟研究，为现代统计分析奠定了理论基础。1919年R．A．费希尔（Fisher）开创了著名的方差分析，是统计分析发展史上的再一个里程碑。1926年他完善了t分布理论，并在假设测验上发展了F分布的应用。他在《科研工作者统计方法》（*Statistical Methods for Research Workers*, 1925）和《试验设计方法》（*The Design of Experiments*, 1935）中密切了试验设计和统计分析的内在联系，丰富了统计分析在遗传学和农业研究上的应用。可见20世纪上半叶是推断统计迅速发展的阶段。50年代以来，随着计算工具的现代化，因子、聚类、信息分析等多元统计分析方法得到广泛应用和发展，出现了对复杂因素相互关系的数学模拟和系统分析等新方法，使现代统计原理和方法渗透到农业、生物、医药卫生、工业等各个领域。

统计分析的目的，是了解研究对象即总体的某些特征。总体是由大量的具有相同性质的个体组成的。个体是组成总体、进行观测的基本单位。总体按所包含的个体数即总体容量分为有限与无限总体。统计分析研究的大多为无限总体。例如，在一定栽培条件下岱字棉株高的总体，包括该条件下各年代、各地点无数次种植的所有株高。由于个体数目无穷多，无法一一测量全部株高后，算出其总体平均株高μ值，只能通过试验或调查，即相当于从该总体中随机抽取部分个

体组成的随机样本来观测，然后由样本平均株高$\overline{x}$值去估计μ值。这种抽样估计是统计分析的基本手段。但是，对于一个给定的总体，由总体全部观察值算出的数量特征数即参数如μ，由概率分布确定，是个常量；而从该总体每次随机抽取的一个样本，由样本全部观察值算出数量特征数即统计数如$\overline{x}$，却是随具体样本的频率分布而变异的变量。这是在试验或调查过程中难以避免的随机影响所造成的。由随机原因引起的统计数与参数的差值即误差的影响，使样本对总体的推断产生了某种程度的不确定性。现代统计分析的主要作用就在于应用以概率论为基础的归纳推理方法，估算出推断的误差率，给推断的不确定性以合理度量。

统计分析的方法很多，以下是按不同目的而采用的几种基本类型：

描述统计　整理试验数据，绘制次数分布表、图，进而计算**平均数**、**变异数**、相关或回归系数等统计数，是定量描述资料特征的统计方法。

统计推断　依据统计数的抽样分布，由样本推断总体的统计检验方法。包括两种推断途径：①统计假设测验。对总体的未知特征，如参数的取值范围、两个总体差异性或相关性、方差的同质性等提出统计假设后，根据统计数抽样分布和"小概率的实际不可能性"原理，以一定概率为保证对样本数据作出能否接受统计假设的判断。常用的方法有**u测验**、**t测验**、**F测验**、**χ^2测验**、非参数测验等。②参数估计。由统计数分布来推断参数，或推断参数在一定置信概率下的存在区间。参数估计与假设测验往往能互获推断信息而结合在一起应用。

方差分析　能同时判断多个样本（≥3）所属的总体平均数的差异显著性，它是两个样本平均数假设测验方法的引伸。此法将试验总变异量按其变异原因逐一进行分解，根据得出的相应变异量即均方来判断各变异原因在试验总变异中的相对重要性。方差分析可按资料分组的方式分为单向分组和两向分组两大类型。

相关和回归分析　受随机因素的影响，因个体不同而产生变异的一系列同质观察值称为随机变数，简称变数。研究变数之间相互关系的性质和密切程度的统计方法，称为**相关分析**；研究自变数即无误差或误差很小的非随机变数，与依变数即有误差且随自变数变化而呈规律性变化的随机变数之间数量关系的统计方法，称为回归分析。相关与回归通常按所研究的变数或自变数的多少（一个或多个）分为一元和多元的相关与回归。

协方差分析　方差分析与回归分析结合应用的统计方法。旨在提高对处理平均数间差异做出推断的准确度，以降低误差，增加信息。它是对试验进行统计控制的重要方法之一。

参考书目

马育华：《试验统计》，农业出版社，北京，1982。

范　濂：《农业试验统计方法》，河南科技出版社，郑州，1983。

（马泽仁）

秃尖（barren ear tip）　玉米果穗顶部不结实的现象，又称秃顶。**玉米雌小花的分化**、吐丝和籽粒形成，总是从雌穗的中下部开始，而后由此处同时向上和向下进行，最后在顶部结束的。因此，当环境条件不良时，顶部的小花或受精胚往往会因养分供应不足而发生败育。

秃尖按其发生原因和时间可分为3种类型：①顶部小花在分化过程中出现干旱、缺肥等不利因素而退化为不育花；②抽雄前遇到高温、干旱气候，抽穗散粉提早，顶部花丝抽出过晚，接受不到新鲜花粉而无法受精结实；③因过度密植，使土壤缺肥，干旱，或遭受雹灾，或遇到连阴天气而减弱了叶片的光合作用能力，使果穗顶部的受精胚得不到充足的养分，未能发育成籽粒。

秃尖使玉米穗粒数减少，产量降低。秃尖程度同品种有关，硬粒型品种的秃尖比马齿型轻。应该根据地块的肥水条件采用适宜的品种。在栽培上应着重加强开花前后的田间管理，保证充足的肥、水条件，以提高雌花分化时养分的供应，对抽丝偏晚的植株可采取人工辅助授粉。　（陈国平）

突变（mutation）　一个**基因**内部结构所发生的可**遗传**的变异。狭义的突变专指基因突变，也称点突变，它通常可以引起一定的表现型改变。由基因突变而引起表现性状突变的细胞或个体，称为突变体。广义的突变还包括**染色体**畸变。

基因突变的一般特征

稀有性　基因突变率很低，高等生物中通常观察到的每一基因位点上每一世代的突变率为10^{-5}左右。不同基因的突变率相差很大，如玉米中R基因的突变率比Sh基因高500倍。在有性生殖的生物中，突变率用每一配子发生突变的概率表示。

随机性　生物体发育的任何时期和任何细胞中，都可以发生某种性质的突变。基因突变是不定向的，如基因A可突变为a_1、a_2、a_3……等，成为复等位基因。即突变体与环境之间并无对应的关系。曾经有一个时期认为基因突变不是随机的，而是朝着适应环境的方向发生突变。1943年，S．E．卢里亚（Luria）和M．德布吕克（Delbrück）首先用波动测验方法，证明敏感的大肠杆菌B中出现抗噬菌体d的细菌，与噬菌体d的存在无关。噬菌体d的存在只起到筛选抗性细菌的作用。

可逆性　由野生型基因突变为突变型基因称为正

突变。突变型基因也可以回复突变为野生型基因，称为反突变。通常正突变率高于反突变率，可能的解释为：①一个野生型基因内部有许多突变座位，它们在结构上的改变都能导致基因突变，但一个突变基因内部只有一个座位的结构改变才能使它回复突变；②碱基有A，T，G，C四种，如原来为A，它可以突变为T，C，G中的任何一种，但要回复为原来的状态时，只能回复成A的一种。

自发突变和诱发突变　不经过诱变剂处理所发生的突变称为自发突变。自然界中辐射是自发突变的一小部分原因，有人估计，果蝇这部分突变还不到其自发突变的0.1%。自发突变可由生物体内或细胞内部产生的诱变物质所引起，如过氧化氢等。在**烟草**的陈旧种子中曾得到具有诱变作用的提取物。自发突变的另一个原因是在DNA复制和损伤修复过程中酶造成的差错引起的。

诱发突变与自发突变相比并无本质上的差别，但能显著提高突变率。诱变效应较大的有各种射线及化学药品，如X射线，γ射线，α射线，β射线以及中子等，化学诱变剂如甲基磺酸乙酯和乙烯亚胺等各种烷化剂，以及碱基类似物如5-溴尿嘧啶（BU），2-氨基嘌呤（AP）等。

突变的分子机制　①碱基的置换。一对碱基被置换有时会引起一个重大的突变，如人的镰形红血球贫血症，已证明是一对碱基被置换后改变了遗传密码，使β链上第六位的氨基酸，由原来的谷氨酸变为缬氨酸。②移码突变。如在正常的碱基序列中缺少或增加了碱基，则在缺失或插入位点之后读法将发生一系列的改变。

基因突变是生物进化的重要因素。生物所处的环境是多种多样和不断变化着的，但生物却总是和它所生活的环境相适应，这与基因突变有关，突变为自然选择提供了可选择的对象，只要突变有利于个体的生存，就会为自然所选择，通过繁殖使生物群体不断向着适应的方向发展。突变也为育种提供了宝贵的资源，如水稻品种矮脚南特，就是从南特16号水稻品种中一个矮秆突变体选育而成的。在遗传学中，通过多种多样的基因突变，对遗传规律、基因的功能和基因的精细结构等，可进行研究。　（程经有）

土壤耕作 (soil tillage)　利用犁、耙等农具改善耕层结构和土壤表面状态的技术措施的总称。可分为**基本耕作**，如翻耕、**深松耕**、**旋耕**等和**表土耕作**，如灭茬、耙地、镇压、耖田等两类作业。

历史与演变　土壤耕作技术的演变与自然条件、社会生产水平密切相关。随着社会发展、农业生产工具改进和科学技术的进步，耕作技术亦随之改进。原始社会栽种作物，采取“刀耕火种”，即先放火烧荒而后用尖头木棒、石片或骨器挖土播种。在中国，古文最初记载的耕具是耒耜。《易经·系辞下篇》有“神农斫木为耜，揉木为耒，耒耜之利，以教天下”之说。至殷商时期（约公元前1 600～前1 028）甲骨文中有象形的“耒”、“耜”二字。西周时期（公元前1 027～前771）已普遍采用耒耜二人协作的“耦耕”。战国时代（公元前480～前222）开始应用铁制犁铧，且由人耕向牛耕过渡，开始提倡深耕。《国语·齐语》云：“及耕，深耕而疾耰之，以待时雨”。北魏《齐民要术》中所载：“凡秋耕欲深，春夏欲浅”；“犁欲廉，劳欲再”；“凡耕高下田，不向春秋，必须燥湿得所为佳，若水旱不调，宁燥勿湿”等，都精辟地记叙了土壤耕作技术的原理，迄今亦有重要价值。此后，隋、唐时期中国北方已形成一套耕、耙、耱结合的抗旱保墒耕作技术；宋、元两代南方水田耕、耙、耖的技术体系也已完备，并总结出冻垡、晒垡经验。20世纪50年代，中国机耕及其配套耙、压作业有了长足发展，有许多国营农场还建立了与轮作制相配合的机械化土壤耕作制。但畜耕仍占相当比重。

从世界范围来看，20世纪初叶，美、欧各国开始应用拖拉机作业，至30年代已形成了一套连年进行翻、耙、压为内容的常规耕作法。20世纪40年代以后，由于常规耕作作业频繁，耗能多，成本高，破坏土壤结构严重，易遭风蚀，开始研究减少土壤耕作次数和机车进地次数，实行联合作业，建立了多种多样少耕法与免耕法。

作用和机理　土壤耕作是运用农具翻转、疏松或压紧耕层，加深和调节耕作层的深度，改善耕作层各层次的松紧度，破碎土块，破除板结，平整地面等，起到改善耕层结构和地面状态，协调土壤中水分、养分、空气、温度等因素间关系的作用。同时还可翻混肥料、清除杂草、控制病虫害、控制土壤水分的保蓄和蒸发、防止水土流失等，为作物播种、出苗、生长发育、丰产丰收提供理想的土壤环境。

土壤耕作包括一系列技术措施。如有壁犁翻耕主要是翻土，同时也能松、碎、混土；镇压主要是压紧耕层，同时也能压碎土块，平整地面。各土壤耕作措施之间又是相互联系、相互制约的，随着气候、地形、地势、土壤条件和生产要求的不同，经常组成不同的土壤耕作技术体系，灵活运用。中国南方多雨潮湿，土壤耕作的重点是排水散墒；北方降水偏少，春旱较重，土壤耕作的重点是贮墒、保墒、防旱。因此北方平地重视耙、耱、压作业，将地面整成平整状态，并有一层2～3厘米的疏松覆盖层；丘陵山地则注重等高耕作，将地面整成“水平沟”或“围山垄”，以拦截径流，保持水土；风沙地则力求留茬保土，抗阻风蚀。

土壤耕作技术在生产上的作用和施肥、灌溉等有所不同。它不直接增加土壤养分和水分，只是通过改

变耕层结构或把根茬、肥料等翻入耕层来调控土壤理化性质和生化进程，进而调节水、肥、气、热因素。它的这种特殊机制，却时刻发生影响，既关系到作物播种保苗，又影响着作物生长全过程，对于施肥和灌水的经济效益也有着重要影响。

（陆欣来　姜秉权）

土壤耕作制 (soil tillage system)　与**种植制度**相适应的一系列土壤耕作措施的合理组合。为种植制度中每个作物创造较适宜的土壤环境，调节耕层土壤的水、肥、气、热因素，既满足作物生长发育的要求，又能尽量降低消耗，提高效率。制订土壤耕作制的原则是：①根据作物的特性、前后茬作物间的关系和农耗时间的长短，合理安排基本耕作的类型、深度、时间、次数以及相应的表土耕作措施，为作物播种、出苗、扎根和生长发育创造适宜的土壤环境；②根据气候、地形和土壤特点，有针对性地采用各项土壤耕作措施，以期利用当地有利因素，克服或躲避某些不利的自然因素。例如，半干旱地区着重蓄水保墒，坡地着重保持水土，无霜期短的地区重点在于增温防寒等；③在为作物创造适宜土壤环境的前提下，减少不必要的土壤耕作或尽量采用联合作业，以减轻农机具对土壤结构的破坏，减少能耗，降低成本，提高经济效益。

中国各地土壤耕作制种类繁多，可以归纳为三个有代表性的类型。

北方旱地土壤耕作制　中国北方地区气候特点是，雨旱两季分明，夏秋降水多而冬春雨水少。全年土壤水分有两个高峰期，即七八月雨季和三四月返浆期。春季多大风，土壤水分蒸发强，失墒严重。因此，土壤耕作制的主要任务是蓄水保墒。以华北地区两年三熟为例：①夏播作物收获后，正处于雨季后的深秋，墒情较好，需要进行基本耕作，加深耕层并结合施用大量有机肥料，以利翌年春播。又因冬春干旱多风，失墒严重，必须抗旱保墒，故常采用浅耕灭茬——秋深耕——耕后和雨后耙——早春顶凌耙耢或无雨镇压提墒而后播种的土壤耕作方法。②春播作物收获后因头年已深耕，故当年秋耕较浅，耕前施肥，耕后耙耢，然后播冬小麦。有时为抢农时，边耕边种，实行耕种结合。③冬小麦收获后种夏作物。时间紧迫，机具和劳畜力紧张，多采取浅耕耙茬播种或旋耕播种。用畜力农具直接开沟播种的，俗称"贴茬种"。

华北水浇地土壤耕作制　水浇地多安排种植小麦、棉花及其它经济作物，土壤耕作制随熟制而异。以华北种植冬小麦、夏作物一年两熟为例，冬小麦生育期间灌水数次，夏作物生育期间正逢雨季，灌溉次数减少。夏作物收获后，如土壤水分适当立即翻耕，随耕随耙，然后播种冬小麦，播后镇压；如墒情不好，则先灌溉，等水分下渗，在适耕期内翻耕，再耙耢整地、播麦。麦收后，为抢农时，用圆盘耙耙茬或旋耕机碎茬，播种夏作物。两熟套种时，在冬小麦生长后期于预留行间犁耕、松土。播种夏作物，及时镇压。

南方水田土壤耕作制　中国南方水田采用水稻与旱作年内复种，需要兼顾水稻和旱作对土壤环境的要求，即种稻期间应建立水层，防止渗漏；旱作期间又能通气排水，有利于土壤养分矿质化。水田土壤耕作制必须缓解上述矛盾。

在水稻与冬季旱作一年两熟情况下，充分利用冬作播种前这段时间进行深耕晒垡，熟化土壤，对冬作物播种和生长发育以及提高翌年水稻产量都有利。因此，水稻成熟前后应及时排水，收获后再适时耕翻、晒垡，而后浅耕整地，适期播种冬作物。次年冬作物收获后，结合施基肥干耕，再水耕水耙、耖平、插秧。如冬作物为绿肥，则于水稻收获前套种，次年花期翻压绿肥。灌水并带水浅耕，再耙碎、耖平、插秧。

在冬作物双季稻一年三熟情况下，由于季节紧张，常采用以下土壤耕作制：早稻收获后先旋耕（或浅耕），后水耙、耖田、插秧；晚稻成熟前提早排水，收稻时边收边浅耕耙茬（或旋耕），开沟起畦，而后播种冬作物；冬作物收获后，结合施基肥干耕，而后水耕、水耙、耖平插早稻秧。　（刘含莉）

脱粒 (threshing)　把农作物的籽粒从谷穗或其它结实器官中脱离出来的作业。谷物脱粒的难易程度与谷粒和穗轴及颖壳的固着强度密切相关，谷粒的固着强度又与作物种类、品种、成熟度和湿度有关。据测定，小麦比水稻、籼稻比粳稻易脱粒；成熟度高、湿度小比成熟度低、湿度大的易脱粒。生产上应根据不同作物种类、品种和生理成熟过程中籽粒干物质与水分的变化，来选用适宜的机型和收获脱粒时期。脱粒装置对谷物脱粒的机械作用过程比较复杂，在某种作物脱粒时常以某种作用力为主，也有靠几种作用力的作用来完成脱粒，一般有冲击、揉搓、梳刷、碾压等。脱粒机具要求脱尽率达98%以上，籽粒压碎率（麦、豆）和破壳率（稻谷）在0.5%以下。中国最早的脱粒工具为连枷和石磙，前者是靠人力敲打脱粒，后者是用人力或畜力拉动石磙碾压脱粒。现在许多国家已广泛采用谷物联合收割机进行收获脱粒。联合收割机能同时完成谷物的收割、脱粒、分离和清选等作业，它的总损失率不超过谷物总收获量的1.5%，清洁率高于96%以上。　（张祥镜）

脱氧核糖核酸 (deoxyribonucleic acid)　简称DNA，携带遗传信息的大分子。除少数RNA病毒的遗传物质是核糖核酸（RNA）外，DNA是所有其他生物的遗传物质。基因是DNA大分子上的一

个区段(见基因)。

1953年，美国J.瓦特森(Watson)和英国F.克里克(Crick)根据英国R.富兰克林(Franklin)和H.威尔金斯(Wilkins)对DNA分子的X射线衍射研究以及美国E.贾格夫(Chargaff)对DNA碱基的化学分析提出了DNA的双螺旋结构模式。这个模式不仅从化学上肯定了基因的物质实体结构，而且也为进一步了解基因的各种功能。如复制、突变、修复、重组、转录、翻译、调控以及人工合成、DNA体外重组等一系列重要分子生物学问题提供了依据，从而为分子遗传学的诞生奠定了坚实的基础。

DNA是由两条互补的、极端细长的多聚脱氧核糖核酸链组成的。一条链的走向是5′→3′，另一条链的走向是3′→5′，亦即这两条链是反向平行的，彼此以一定的空向距离，在同一轴上互相盘旋相交，形成一个类似扭曲的梯子(见图1)。

每个脱氧核糖核酸又由脱氧核糖、磷酸和碱基组成。碱基有嘌呤和嘧啶之分，前者为腺嘌呤(A)或鸟嘌呤(G)，后者为胞嘧啶(C)或胸腺嘧啶(T)。碱基A、G、C、T携带有遗传信息，因称之为遗传密码。而脱氧核糖和磷酸则主要起结构作用。脱氧核糖和磷酸位于分子外部，它们以5′-3′磷酸二酯键相连，成为分子的骨架，而碱基则位于分子内部，以氢键相连。其中A永远与T配对，中间有两个氢键；C永远与G配对，中间有三个氢键，这就是碱基的互补配对规律。各碱基对之间的距离为3.4埃(Å)，每段双螺旋内包含5个碱基对，双螺旋的直径为20埃。碱基间的氢键在温度接近100℃时或置入pH=3或pH=10的溶液中时，可以断开，使双链DNA分子分解成单链DNA，称为变性。在温度逐渐变凉至65℃时，或溶液的pH恢复到中性时，单链DNA根据碱基互补配对的规律，可以重新形成双螺旋结构，称为复性。四种碱基在双螺旋内不同的排列顺序就是大量不同排列组合的分子结构，亦即不同性质的基因。

绝大部分DNA分子的结构是右手螺旋，通常以最常见的B-DNA为代表，但在特殊条件下，某些DNA的分子结构可以转变成左手螺旋，即Z-DNA。

DNA以其中一条链——有意义链为模板，通过转录将其含有的遗传信息转变为mRNA，mRNA与另一条未转录DNA的无意义链的遗传信息一样，只是其中以尿嘧啶(U)代替了T，于是mRNA上实际的遗传密码是A、U、C、G。接着，mRNA上的遗传密码经过翻译而形成蛋白质，蛋白质就是生物性状的直接或间接体现者。翻译时每三个密码组成一个密码子，翻译成一种氨基酸，因称为三联体密码子。四个密码共有64种可能组合的密码子，但UAA、UAG、UGA三个密码子为终止信号，并不翻译成氨基酸。其余61个密码子各翻译成一种氨基酸。但氨基酸只有20种，因此一般是由两个以上的密码子共同翻译成一个氨基酸。此现象称为简并。各种氨基酸按遗传密码的顺序结合起来，再经过折叠和卷曲就成为蛋白质。这就是DNA与蛋白质间的共线性关系。

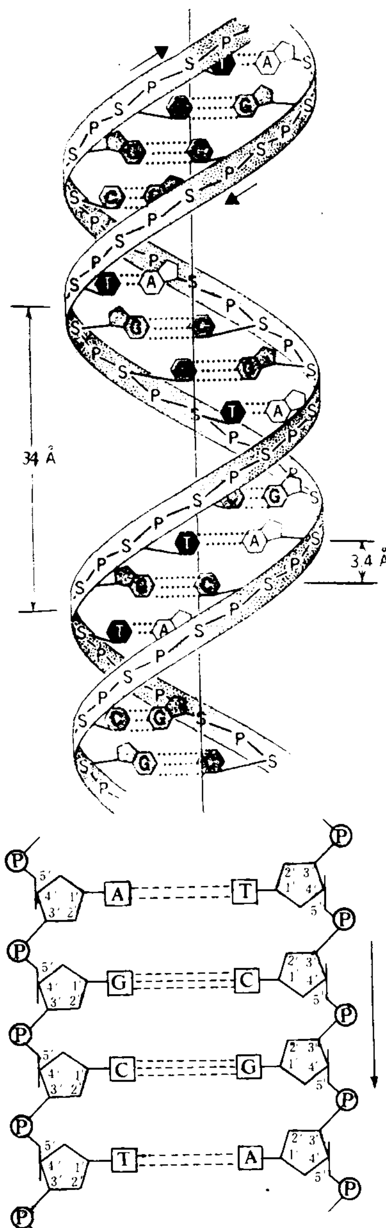


图 1 DNA分子双螺旋结构模式
A. 腺嘌呤；T. 胸腺嘧啶；G. 鸟嘌呤；C. 胞嘧啶；P. 磷酸；S. 脱氧核糖；⋯⋯两个氢键；⋯⋯三个氢键；3.4Å两个碱基对之间的距离

DNA作为遗传物质必然能进行自我复制，这种复制首先是需要在双螺旋的一端打开氢键，然后分别以每条老链作模板，各自形成与模板老链互补的新链。

这样形成的两条链，各保留了一条原来的模板老链。因此称为半保留复制。

绝大多数生物 DNA 的复制是双向进行的，只有极少数原核生物是单向复制的。原核生物的染色体有一个复制起点，而真核生物每条染色体都有许多复制起点，以保证必要的复制速度。

综合上述 DNA 的复制与蛋白质的合成过程（即 DNA 的信息流向），这就是分子生物学的中心法则（见图）。反转录酶和 RNA 自我复制的发现，进一步丰富了这个法则。对深入理解生物遗传变异的实质有重要意义。

DNA 分子的碱基顺序通常是相对固定的，这体现了物种和品种的稳定性；如果采用物理学或化学方法改变其碱基顺序或以碱基类似物代替某一碱基对，就会出现遗传性的变异——突变。

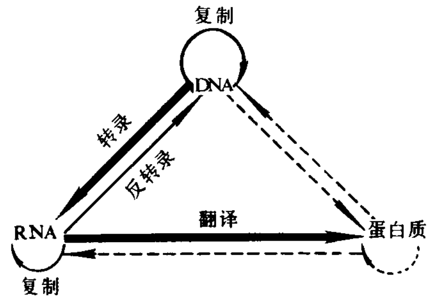


图 2 中心法则示意
粗线示中心法则，细线示最近发展，
虚线示尚未发现的信息流向。

（米景九）

W

瓦维洛夫，Н. И. (Николаи Иванович Вавиров, 1887～1943)　苏联植物采集家、遗传学家和生物地理学家。曾任莫斯科大学、萨拉托夫大学教授，全苏应用植物与新作物研究所所长，全苏农业科学院院长等职，对苏联的遗传学和农业科学发展起了重大作用。



瓦维洛夫一生中到过50多个国家考察，寻找植物新种，探讨栽培植物的分布与起源。20世纪20年代和30年代，他考察了亚洲、美洲、北非、欧洲及地中海地区，通过采集和交换，收集到50 000多份**小麦**、**黑麦**、**燕麦**、**豌豆**、**小扁豆**、**菜豆**、**鹰嘴豆**和**玉米**品种。为在苏联建立现代的植物基因库奠定了基础。

瓦维洛夫把遗传学原理应用于农学和分类学，研究栽培植物的起源，提出野生植物和栽培植物的**变异的相同系列学说**。他是著名的研究栽培植物起源中心的先驱者，所著《栽培植物的地理起源》一书于1926年出版，被当时国际科学界公认为一项重大成就。他首次粗略地勾划出植物多样性中心的植物学界限。他提出的8个“多样性中心”(以后扩大为12个)，由于结合气候与地形两大因素，多数分布在冰期不曾触及的赤道附近。从开始出现农业，人类便在这些“多样性中心”耕种，结果是这些中心的植物群落异常丰富，栽培物种高度集中，品种繁多，近缘植物产生的频率很高。他的研究成就受到科学界的高度重视，36岁当选为苏联科学院通讯院士，5年后成为科学院最年轻的院士。他还被选为英国园艺学会、英国生物学家协会会员，德国科学院、捷克斯洛伐克农学科学院院士。

瓦维洛夫于1940年蒙冤入狱，1943年逝世。以后得到平反，并以他的名字命名位于列宁格勒的**全苏植物栽培研究所**。　　(许运天)

瓦维洛夫小麦　小麦属的六倍体种之一，学名*Triticum vavilovii* (Thum.) Jakubz.。**染色体**数2n=6x=42，**染色体组**型为AABBDD。小穗轴延长，形似分枝，穗轴易断，折断方式为上节位。在生产上无利用价值。1929年苏联学者在亚美尼亚收集的**普通小麦**材料中发现，分布范围极窄(见图)。

株高70～90厘米，茎坚硬，较抗倒伏，分蘖力弱。穗无芒、灰褐色，护颖坚硬并有刺，颖有毛，穗长12厘米左右，每穗有小穗17个左右。籽粒带皮(稃)，难脱粒。籽粒白色，软质，千粒重30克左右，蛋白质含量可达17%。冬性，中熟或晚熟。抗旱耐热，严重感染条锈病、叶锈病、秆锈病、白粉病、散黑穗病和腥黑穗病，不抗瑞典蝇和黑森瘿蚊，尚未应用于育种工作。



穗侧面



小穗(假分枝)

瓦维洛夫小麦

(郑殿升)

豌豆 (pea)　豆科豌豆属栽培种，学名*Pisum sativum* L. 一年生或越年生攀缘性草本植物。古名毕豆、冷豆、国豆等。别名麦豆、寒豆、荷兰豆等。《本草纲目》中载：“其苗柔弱宛宛，故得豌豆名”。主要作粮食和蔬菜，亦可作饲料和绿肥用。

起源和栽培史　豌豆起源于亚洲西部、地中海地区和埃塞俄比亚。在中亚、近东和非洲北部还有一种野生植物与现在栽培的豌豆杂交可育。这种植物可能是现代豌豆的原始类型，是最古老的作物之一。公元前6 000多年的新石器时代，在近东和希腊已有豌豆栽培；在土耳其的Hacilar发现了公元前5 500年的豌豆残存物；在中世纪，欧洲栽培豌豆几乎与谷类作物一样普遍，如英格兰的豌豆是主要栽培作物之一，并在18～19世纪开始采用选择和杂交方法，育成了许多优良品种。

豌豆传入中国的具体时间不详，栽培历史已有2 000多年，并早已遍及全国。汉朝以后一些主要农书对豌豆均有不少记载，如三国的张揖《广雅》、宋朝的苏颂《图经本草》载有豌豆植物学性状及用途；元朝《王

祯农书》讲述了豌豆在中国的分布；明朝李时珍《本草纲目》和清朝吴其浚《植物名实图考长编》对豌豆在医药方面的用途均有明确记载。

分类　豌豆染色体数2n＝14，种以下有四种分类方法：①按花色分为两个变种：紫花豌豆，又名红花豌豆或谷实豌豆*P. sativum* var. *arvense*；白花豌豆，又名蔬菜豌豆 *P. sativum* var. *sativum*，白花豌豆由紫（红）花豌豆演变而来。②按荚型和株型分为3个变种：软荚豌豆，又名食荚豌豆或糖荚豌豆*P. sativum* var. *macrocarpum* Ser.。荚壳内层没有革质膜，花白色或紫色，成熟时荚皱缩或扭曲；谷实豌豆，又名大田豌豆*P. sativum* var. *arvense* Poiret，荚壳内层为一层革质膜，花紫色或红色，成熟时荚平直不皱缩或扭曲；早生矮豌豆*P. sativum* var. *humile* Poiret，生育期短，植株矮小，荚壳内层一般有革质膜，白花或紫花。③按荚型分为两个组群：软荚豌豆组群，荚壳内层没有或仅有非常薄的革质膜；硬荚豌豆组群，荚壳内层为发育良好的革质膜。④按用途分为5个类型：即饲料、土壤覆盖和绿肥豌豆；食用干子实的豌豆；嫩粒用豌豆；制罐头用豌豆；食荚豌豆。

生产和分布　豌豆为世界性栽培作物，从20世纪50年代以来，世界干豌豆种植面积增加较慢，用于快速冷冻脱水或其他加工用的青豌豆的生产面积增加较快。自70年代初开始，世界青豌豆生产面积相对稳定，干豌豆生产面积又有增长趋势。联合国粮农组织统计：1986年有60多个国家种植豌豆，其中约50个国家既生产干豌豆，也生产青豌豆。干豌豆收获面积为958.6万公顷，总产量为1 431.3万吨；青豌豆总收获面积为76.6万公顷，总产量490.4万吨。干豌豆主产国为苏联、中国、法国和丹麦；青豌豆主产于美国和西欧。中国干豌豆主要产地为四川、河南、云南、青海等省。一般产量为750～1 500千克/公顷。青豌豆主要产于大、中城市附近。

特征特性　豌豆根为较弱的主根系，支根较少，入土深度约20厘米，支根上生长根瘤。茎柔软、细长、中空。幼苗茎多绿色，极少数带有紫色。茎叶被白色蜡粉。茎长30～300厘米，多有一级分枝，偶数羽状复叶，小叶一般1～3对，中部叶的小叶数较多；少数品种或类型有5～7对小叶对生、互生或亚互生。小叶卵圆或椭圆形，极少数为棱形。复叶顶端有卷须，为小叶变态，用以攀缘；极少类型或品种没有卷须，托叶两片，比小叶大、抱茎。花梗自叶腋中抽出，也有花集中于顶部的类型或品种，每花梗着生1～2朵花，偶尔有3～6朵，花白色、紫色或红色。紫或红花豌豆在托叶叶腋间有紫或红色斑点。二体雄蕊（9＋1）花柱弯曲呈镰刀形。荚果为圆形或扁圆筒形；侧面多呈马刀形，也有剑形和念珠形。每荚含种子4～8粒，种子有圆粒、皱粒或凹圆粒。极少数品种的种子为扁圆形、方形或不规则形。百粒重一般10～30克，粒色有乳白、黄、粉红、浅绿、绿、褐、麻、黑等7类，前4类一般开白花，粒色单一，较浅；后3类开紫花或红花，粒色较深并有麻斑或花纹。



豌　豆

豌豆为自花授粉作物，遇高温或干燥等不良条件时，也可异交。授粉时间常在花冠启开以前，一般在上午7时到下午3时开花。开花后2～3天即可见到小荚，早熟类型一般自5～6节起开始开花，晚熟类型常在12～13节以后才开始开花，每株豌豆开花时间约15～20天。自开花到子实成熟约33～45天。成熟荚黄色或浅褐色。

种子无胚乳，有两片发育良好的子叶，无休眠期，子叶不出土，有少量硬实。种子发芽时需吸收相当于自身重量的水分。幼苗可耐－5℃低温。各生育阶段的适宜温度为：出苗6～12℃，营养器官的形成12～16℃，生殖器官形成及开花16～20℃，结荚16～22℃，开花期气温高于26℃时授粉不良。高温可迫使豌豆提早成熟，但降低产量和品质。

豌豆为长日性作物，但不同类型对光照时间长短的反应不同。早熟类型对光照长短反应不敏感，地区适应性较广，晚熟类型要求长日照，地区适应性较窄。豌豆性喜凉爽而稍湿润的气候。发芽到成熟需要≥5℃积温1 400～2 800℃。生长期内需水分较多，开花期为需水临界期。对土壤要求不严，以富钙质的粘壤土、壤土和砂壤土为宜。适宜的土壤pH值为6.5～8。

资源和育种　世界豌豆种质资源很丰富，如美国保存豌豆资源约7 000份，设在叙利亚的国际干旱地区农业研究中心约3 300份。除各种类型和品种外，已记

录的自然突变和诱变材料约2 000个，这些突变型是研究豌豆遗传、变异和育种的材料。

中国豌豆种质资源已搜集到2 500多份，类型很多，有不同的株型、生育期、花色、百粒重、荚形和荚型，以及多种多样的粒形和粒色，栽培的豌豆以农家品种为主。硬荚型：白粒品种，如西藏乃东白豌豆，新疆拜城白豌豆；粉红粒品种，如湖北省巴东水红豌豆，四川省长寿朱砂豌豆；绿粒品种，如青海省循化豌豆；褐粒品种，如福建省长乐红花豌豆，四川省成都紫豌豆；麻粒品种，如内蒙古的大豌豆，河南省鹁鸽灰豌豆；黑粒品种，如山西省五台紫豌豆，代县黑豌豆。软荚型品种如云南省大菜豌豆、四川省大食荚豌豆、内蒙古的菜豌豆，湖北省长阳豌豆等。

中国豌豆有计划的选育工作始于20世纪60年代初期，四川省农业科学院1962年以红早豌豆与苏联绿色多粒豌豆杂交，于1968年育成白花大粒新品种团结2号；用新华5号与绿色多粒杂交，于1976年育成白花大粒新品种成豌6号。青海省农业科学院自60年代开始育种，先后育成绿色草原、草原2号、3号和7号等新品种。中国农业科学院畜牧研究所于60年代通过鉴定选择，选育出早熟豌豆1341；80年代用杂交选育出中豌1号、2号、3号和4号。

欧美各国主要利用杂交育种法选育出优良品种，在株高、生育期、荚形及其大小、籽粒性状及品质均有改进。如超阿拉斯加(Super Alaska)、超绿色(Super green)、抗萎蔫阿拉斯加(Alaska wilt resistant)、惊奇(Surprise)、早善美(Early perfection)、新纪元(New era)、世界纪录(Worlds record)等。

栽培　豌豆在中国有春播和秋播。自陕西省关中平原向东沿陇海铁路以南及西南地区，一般在10月至11月秋播，翌年3月至5月收获；此线以北及西北地区早春播种，6月至8月收获。忌连作，在各种耕作制度中，常用于轮作、间作和混作。苗期生长较慢，覆盖度小，要求田间无杂草，前作以中耕作物为好。在秋播地区，豌豆常为水稻、玉米及甘薯的前作或后作。在春播地区，豌豆或与玉米、棉花、高粱等作物间作或套种，或作为粟、玉米、甘薯和夏马铃薯的前作。也可与大麦、小麦间作或混作。混作时豆麦用种比常为3:7。

播种前适当深耕细耙和疏松土壤，有利根系发育和促进幼苗健壮，雨水较多地区应开沟作畦以利排水。播种方式有条播、点播和撒播。播前应清选种子和进行种子处理。播种量因地区和品种而异，一般每公顷75～225千克，春播地区播种量较多，秋播地区较少，矮生早熟品种播种量较多，高茎晚熟品种较少。播深5～6厘米。条播行距25～40厘米；点播穴距10～20厘米，每穴2～4粒种子。

苗期生长较慢，需中耕除草，后期茎叶繁茂荫蔽，不宜中耕。干旱地区应注意灌水，以施基肥为主。每生产100千克豌豆种子需吸收氮约3.1千克，磷约0.9千克，钾约2.9千克，钙约1.9千克。每公顷豌豆的根瘤菌，每年一般可固氮75千克左右，应施足有机肥。从出苗到开花吸收的氮约占全生育期吸收量的40%，开花期约59%，终花到完熟约1%；磷吸收量分别为30%、36%和34%；钾吸收量分别是60%、23%和17%；钙吸收量分别为40%、45%和15%。各时期干物质的形成分别占30%、50%和20%。豌豆要求充足的磷、钾肥料，对不易溶解的磷灰石粉有较高的利用率，施用效果显著。开花结荚期采用根外喷施磷和硼、锰和钼等微量元素，有明显的增产效果。在80%以上荚成熟时即可收获。

主要病害有锈病*Uromyces pisi*、白粉病*Erysiphe polygoni*、褐斑病*Ascochyta pisi*、根腐病*Rhizoctonia solani*、*Aphanomyces euteiches*等。病毒病主要由蚜虫传染。主要虫害有蚜虫、潜叶蝇、豌豆象*Bruchus pisorum*。

营养成分和用途　豌豆子实富含蛋白质及其他各种营养物质(见表)。蛋白质的主要成分为清蛋白和球蛋白。除含硫氨基酸外，人体必需的八种氨基酸比较丰富。

干豌豆主要与大米一起做饭煮粥，豌豆面粉与小麦面粉混合食用；可提取蛋白质和淀粉，加工后可制成糕点、粉丝、豆酱、酱油等。青豌豆可加工冷冻和制罐头；豆苗、青豆及软荚品种的嫩荚均可作菜用。子实和秸秆为优质饲料。亦可专种作绿肥。

每100克豌豆子实所含营养成分

项　　目	干　　豆	青　　豆	项　　目	干　　豆	青　　豆
热量(kcal)	322～347	80～161	磷(mg)	194～400	71～127
水分(g)	8.0～14.4	55.0～78.3	铁(mg)	5.1～11.1	0.8～1.9
蛋白质(g)	20.0～24.0	4.4～11.6	胡萝卜素(mg)	0.01～0.04	0.15～0.33
脂肪(g)	1.6～2.7	0.1～0.7	维生素B_1(mg)	0.73～1.04	0.11～0.54
碳水化合物(g)	55.5～60.6	12.0～29.8	维生素B_2(mg)	0.11～0.24	0.04～0.31
粗纤维(g)	4.5～8.4	1.3～3.5	维生素PP(mg)	1.3～3.2	0.17～3.1
灰分(g)	2.0～3.2	0.8～1.3	维生素C(mg)	0	9～38
钙(mg)	71～117	13～63			

参考书目

Sutclffe, J. F. and J. S. Pate: *The Physiology of The Garden Pea*, London, 1977.

Makasheva, R. Kh. *The Pea*, New Delhi, 1983.

（郑卓杰）

完全随机设计 (complete randomized design)　按照完全随机的原则，将各处理布置到全试验各个小区内的试验设计。即整个试验范围内，每个小区接受每一处理的机会完全相等，没有局部控制的限制。随机排列可避免系统误差。为保证完全随机，应采用随机数字表抽签或用计算机输出随机数字。现以五个处理三次重复的完全随机设计为例图示于下：

1	3	2	5	4
3	5	1	4	2
4	2	3	1	5

其变异来源和自由度分解如下：

变异来源	自由度
处理间	k－1
处理内(误差)	N－k
总和	N－1

k＝处理数，N＝总观测值数或总小区数。

完全随机设计有以下优点：①限制少，处理数与重复数可灵活安排。②统计分析简单，即使不同处理的重复次数不同或有数据缺失，也能进行相应分析。③误差自由度比其他随机设计大，可增加测验灵敏度。该设计的主要缺点是没有局部控制。除处理效应外，试验小区间的所有变异都包括在试验误差内，因而在土壤或试验材料异质性较大的情况下不宜采用。完全随机设计多应用于环境条件较一致的温室、实验室、饲养室试验或土壤较均匀的小规模田间试验。

（郭平仲）

晚稻　见水稻季节生态型。

王金陵 (1917～　)　大豆遗传育种学家，江苏省徐州人。高中毕业后入南京金陵大学，获农学士学位。毕业后在南京、武汉从事大豆研究。1946年到吉林省公主岭农事试验场主持**大豆**研究工作。1949年任东北农学院农学系主任、教授，在大豆光周期、生态学、栽培区划、品种分类、演化、遗传及育种研究中有许多创建。40年代发表"中国大豆栽培区划"、"大豆性状之演化"、"中国大豆育种问题"等论文，他划分的中国大豆栽培区至今仍有重要价值。50年代以后开展了**栽培大豆**和**野生大豆**光照试验的研究，揭示了大豆对光照的反应特性，对大豆生育期划分、引种工作等有重要指导意义。创立了大豆品种生态类型的论点，并以此为理论开展大豆生态育种的研究，卓有成效。育种方面，提出了混合个体选择法和摘荚法，育成东农号大豆品种37个，其中推广面积较大的有11个，1959年育成的东农4号种植面积曾达30多万公顷，迄今仍在生产上利用。该品种1978年获全国科学大会奖。以摘荚法育成的东农36为超早熟高蛋白品种，该品种的推广使**中国大豆栽培区域**向北推移了100多公里，获国家科技进步奖。在国内外学术刊物上发表论文40余篇。著有《大豆遗传与选种》(1958)、《大豆》(1966)，他主编《**大豆**》(1982)，一书获全国优秀图书奖。在教学上认真细致，以教学内容充实著称。现为博士研究生导师。他培养从事大豆研究的高级研究人员有20多人。曾担任东北农学院副院长、院学术委员会主任，黑龙江副省长，黑龙江省人大常委会副主任，中国大豆研究会理事长，农业部全国大豆专家顾问组副组长，民盟黑龙江省委员会主任委员，七届全国人大常委等。



（孟庆喜）

王绶 (1897～1972)　字佩卿，农业教育家、大豆育种学家。山西省沁县人。1916年考入山西大学工科，1919年进入南京金陵大学农艺专业学习，毕业后留校任教。1931年进入美国康奈尔大学作物育种学系深造。回国后任金陵大学农学院教授、农艺系主任、农艺研究部主任。1941年任西北农学院教授、教务长。1946年再任金陵大学农学院教授，兼任国民政府农业部农业推广委员会粮食生产组主任。1950年任农业部粮食生产司司长、**中国农学会**副理事长等职。1957年调任**中国农业科学院作物育种栽培研究所**所长，定为一级农业总技师。1958年3月，任山西农学院院长。1956年当选为山西省第二届人民代表。1957年出席全国首届农业劳动模范代表大会。1959年、1964年分别当选为第二届、第三届全国人大代表。

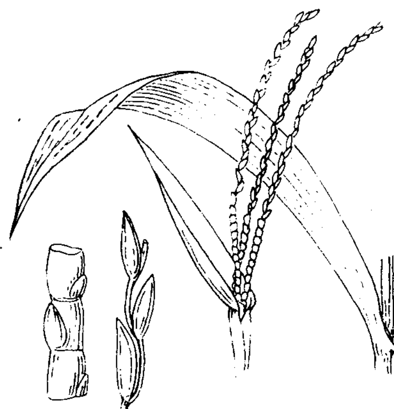


王绶毕生致力于农业教育和农业科学研究事业，是我国**大豆**育种科学的创始人及田间试验方法和生物统计科学的先驱。早期曾育成金大332大豆良种，在长江流域推广；育成抗病抗冻的**大麦**品种，在美国纽约

州广泛种植，被称为“王氏大麦”。此外还育成金大99青稞，金大1号大麦品种。60年代初主持山西省**大豆育种**和丰产栽培研究，在搜集整理大豆农家品种、田间试验技术和生物统计应用于育种实践方面做出了贡献。与此同时，还育成了太谷早、晋豆1号、晋豆2号等优良大豆品种。先后发表了40余篇学术论文，著有《中国作物育种学》、《实用生物统计法》、《田间试验之理论与实施》、《生物统计学》、《大豆栽培与良种选育》，这些著作对我国作物育种学及生物统计学的形成与发展产生了深远的影响。（程舜华）

威地大豆 (wightium glycine) 豆科大豆属的一个种，学名*Glycine wightii* (R.Grah.ex Wight and Arn.) Verdcourt.或（*G. javanica* L.）。又名爪哇大豆、野大豆。多年生草本饲料作物。原产于非洲，亚洲热带地区亦有发现。1965年引入中国广东、广西等地试种。主根发达。茎蔓生，多分枝而细，长60～450厘米，缠绕生长。三出复叶，小叶椭圆形，长5～10厘米，宽3～6厘米。总状花序腋生。花白色或紫色，长5～8毫米。豆荚多毛，直或稍弯，长1～4厘米，宽约3毫米，每荚有种子3～8粒，每千克种子13万～17万粒。千粒重6～8克。最适生长温度为昼温30℃，夜温25℃；15℃以下，停止生长；易受霜害，但零下10℃仍有50%的植株存活。适于年降雨量750～1 500毫米的夏雨地区种植、稍耐旱，不耐渍。要求pH6.5以上，低于6.0，须施石灰。较耐盐，对钙、磷、硫、钼要求较高。硬籽率高，有时达80～90%。播前摩擦种皮，或用浓硫酸处理25分钟，或用沸水浸种1分钟。行距50～60厘米，条播或撒播。每公顷播种量3～6千克。适于和**大黍**、**绿黍**、**非洲狗尾草**、**盖氏虎尾草**等禾本科牧草混播。每公顷产干物质3～8吨，干物质含粗蛋白质11～20%。可作干草和青贮料。混播草地，须在完全覆盖地表后放牧。每公顷产种子330～750千克。（蒋侯明）

危地马拉草 (guatemala grass) 禾本科摩擦禾属的一个种，学名*Tripsacum laxum* Nash.。又名危地马拉摩擦禾。多年生高大牧草。原产危地马拉。已引入西印度群岛、巴西、委内瑞拉和其他热带国家。1962年从斯里兰卡引入中国海南省试种。现广东、广西、云南、福建等地有小面积栽培。根系浅生，具有短而粗的根茎；株高2～3米，茎粗3～5厘米；叶长80～100厘米，宽5～9厘米，中肋粗，叶鞘长20～30厘米；穗状花序，雌雄同株，通常很少开花结籽(见图)。喜热带潮湿气候。要求土层深厚、排水良好而肥沃的土壤。不耐重霜、干旱，也不耐渍。对氮肥反应敏感，对磷肥要求较高。用插条和分株繁殖。插条3～4节，斜插，每穴插1～2条。用分株繁殖时，宜选茎粗4～5厘米的植株，在离地40厘米处割断，挖起植株分苗种植，



危地马拉草

每穴直植1苗。株行距80×100厘米或60×80厘米。用厩肥和过磷酸钙作基肥。行间可混种**绿叶山蚂蟥**或**银叶山蚂蟥**。苗期生长缓慢，应及时中耕除草，追施氮肥。定植后4～5个月，株高1.5米时，进行第一次刈割，留茬高度以不损伤生长点为宜；在生长季节，每隔50～60天割一次，第二年雨季开始时，离地10厘米低割一次，开沟施肥、培土，促进分蘖和防止倒伏。在肯尼亚，每公顷年产干物质11.2～26.2吨。一般干物质含粗蛋白质8.3～13.7%。可多年保持高产。适作青饲料、青贮料，也用作橡胶树等热带作物的覆盖材料。（蒋侯明）

苇状羊茅 (reed fescue) 禾本科羊茅属的一个种，学名*Festuca arundinacea* Schreb，多年生草本植物，作牧草利用。原产亚洲的西伯利亚西部，欧洲和非洲北部。中国新疆也有分布，黑龙江、山东、北京、江苏、江西等省、市均已引种栽培。



苇状羊茅

植株高度80～180厘米，茎秆成疏丛状，直立光滑，直径约为3毫米，具2～3节，叶鞘大多光滑无毛；叶片线形，先端长渐尖，背面光滑，上面及边缘粗糙，大多扁平；圆锥花序开展，直立或垂头，长20～30厘米；小穗长10～13毫米，含花4～5朵，绿而带淡紫色；颖片披针形，无毛，先端渐尖。边缘膜质，第一颖具1脉，第二颖具3脉，种子千粒重2.5克左右（见图）。

适宜于在各种土壤上生长。耐湿，即使在淹水情况下，也不致死亡；耐寒、耐旱、耐热；并耐酸、耐盐碱，在pH4.7～9.5的土壤上均可生长，在肥沃、潮湿、粘重的土壤上生长最佳。春、秋两季均可播种，每公顷播种量15～22.5千克，条播行距30～45厘米，播种深度2厘米。可与**白三叶**、**红三叶**、**紫花苜蓿**、**沙打旺**混播利用。在肥沃的土壤上，它的鲜草和种子产量均较高，每年可刈割鲜草3～4次，每公顷产量38～45吨，生产至第二年，可达45～53吨；种子每公顷产量600～750千克。植株含干物质29.6%，粗蛋白4.5%，粗脂肪0.5%，粗纤维8.0%，无氮浸出物13.4%，灰分3.2%。（杨运生）

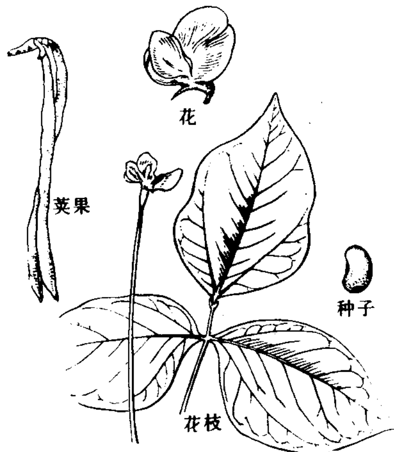
味连

见**黄连**。

乌豇豆 (catjang cowpea)

豆科豇豆属中的一个种，学名*Vigna cylindrica* (L.) Skeels，一年生草本植物。又名黑饭豆、黑豇豆。为绿肥、饲草粮食兼用作物。原产亚洲，中国浙江、江西两省种植较广泛。江苏、福建、湖南、河南等地也有栽培。

根系发达，根瘤主要分布于侧根上；茎光滑，分枝3～5个，株高70～80厘米，抽蔓的可达100厘米以上，半直立或蔓生；小叶3片，菱状卵形，浓绿色；总状花序，每序2朵或3朵，花冠白色；荚柱状光滑，长8～15厘米，成熟时呈黄色或褐色，含种子6～13粒；种子肾形，黑色或深紫色，千粒重100～130克（见图）。

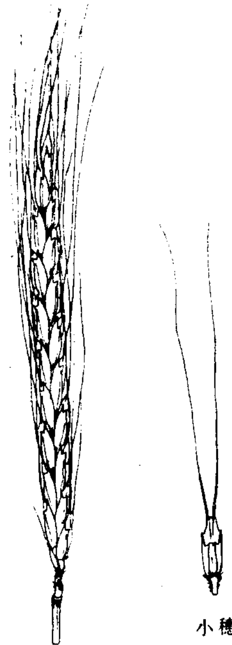


乌豇豆

耐旱、耐瘠、耐酸及耐荫性均较好，不耐湿。苗期生长快，全生育期80天左右。长江流域自4月至7月均可播种，生长50～60天可作绿肥。通常用在短期空闲地或果树行间种植，每公顷产鲜草15～23吨，或种子1 200～1 500千克。饲用的在株高40～50厘米时刈第一次，留茬4～6厘米，再生一个月可刈第二次。盛花期鲜草含干物质17%左右，N0.42%，$P_2O_5$0.037%，K_2O 0.19%，初花期干物含粗蛋白质16.50%，粗脂肪3.77%，粗纤维19.34%，无氮浸出物49.20%，灰分11.18%。（顾荣申）

乌拉尔图小麦

小麦属的二倍体种之一，学名*Triticum urartu* Thum. ex Gandil.。染色体数2n＝2x＝14，染色体组型为AA，与其它二倍体种突出的区别是：每小穗具双长芒；小穗基部茸毛多；叶片有柔软短茸毛（见图）。



乌拉尔图小麦

1934年在苏联亚美尼亚发现。是一个野生种，多与野生一粒小麦混生在干旱坡地上。在伊朗、伊拉克、黎巴嫩、叙利亚和土耳其均有分布。乌拉尔图小麦的外形与野生一粒小麦相似，有6个变种。

冬性，成株的叶片用手摸有茸毛感。穗扁平，短而窄，长5～10厘米，侧面宽0.8厘米左右，侧面宽于正面。穗轴脆弱，成熟时节片自然脱落，折断方式为上节位。每小穗有两个芒，芒与穗轴平行，多数结实1粒。护颖脊明显。成熟时内颖纵裂为两片。籽粒带皮（稃），难脱粒，蛋白质含量较高，可达20%以上。感染条锈病和白粉病。乌拉尔图小麦易与野生一粒小麦杂交。（郑殿升）

乌头 (common monkshood)

毛茛科乌头属乌头种，学名*Aconitum carmichaeli* Debx.，多年生草本植物。李时珍谓："初种为乌头，像乌之头也。附

乌头而生者为附子,如子附母也"。别名鹅儿花、铁花、五毒。主根入药，为川乌，侧根入药称附子。宋代杨天惠著《彰明附子记》详细记载四川栽培附子的情况。主要分布于亚洲，其次在欧洲和北美洲。中国主要分布于四川省西部，西藏自治区东部和云南省北部的高山地带；主产四川省彰明和江油县,陕西省城固等地。湖北、湖南、云南和河北等省已引种栽培。

株高 60～120 厘米。侧根常数个，侧生于主根四周。栽培品种的侧根(即称附子)通常1～2个，倒卵圆形至倒卵形。茎直立。叶互生。总状花序，花大，蓝紫色。蓇葖果含多数种子。花期 9 月至10月，果期10月至11月(见图)。



乌　头

较好的栽培品种有四川的南瓜叶,陕西的和尚头。适应性强，对气候土壤条件要求不严，耐寒、耐阴湿、耐肥，但抗病性较差。

附子繁殖材料（习称乌药）多在1 000米左右的山区培植，于11月上旬挖取野生乌药，大的块根直接供坝地种植，小的块根按行株距20～25×15～18厘米,每穴3～8个,继续培植。畦面种其他荫蔽作物。若在坝地培植，一般只能连续两年，再向山区换种,以免退化。也可用大田收获的小附子作种。

附子宜在海拔500米左右的坝地栽培。选择三年未种附子的肥沃水稻田种植，水稻收获后，施腐熟厩肥或堆肥作基肥，耕耙2～4次，作成宽70～90厘米的高畦，沟宽为20厘米左右，平整后的畦面呈龟背形。12月上旬栽种，每畦种2～3行，株距 15 厘米，每穴种1个。芽头向上，栽完盖土6～10厘米，间种遮荫作物。4月上旬修根，一般留2～3个侧根。瘦小苗只留 1 个，其余的附子均用小刀除去。4月底至 5 月初苗高45厘米左右，开始去尖、去腋芽。5月中旬第二次修根。追肥2～3次，注意灌排水。病虫害主要有白绢病 *Sclerotium rolfsii*、根结线虫病*Meloidogyne* spp.；蛴螬、蝼蛄等，注意及时防治。栽后第 2 年 7 月收获，除去地上部，将附子与母根分开，抖去泥沙，称为泥附子或生附子，每公顷可产7.5吨左右。附子含乌头碱,有剧毒，加工后才供药用。母根晒干称为川乌，也供药用。

加工时选择个大均匀的泥附子洗净，浸入食用胆巴(主要含硫酸镁)的水溶液中，过夜，再加食盐继续浸泡，每日取出晒晾，并逐渐延长晒晾时间，直到附子表面出现大量结晶盐粒(盐霜)体质变硬为止，则成盐附子；取泥附子，按大小分别洗净，浸入食用胆巴水溶液中数日，连同浸液煮至透心捞出，水漂，纵切成约0.5厘米的厚片，再用水浸漂,用调色液使附片染成浓茶色，取出，蒸到出现油面后，晒或炕干，则成黑顺片；选择大小均匀的泥附子洗净，浸入食用胆巴水溶液中数日，连同浸液煮至透心，捞出，剥去外皮纵切成约0.3厘米的薄片，再用水浸泡，取出,蒸透晒至半干，以硫磺熏后晒干，则成白附片。附子经过炮制将原来生品中所含毒性很强的双脂类生物碱（乌头碱、中乌头碱和次乌头碱）水解成为毒性较小的单脂类碱：苯甲酰乌头胺、苯甲酰中乌头胺、苯甲酰次乌头胺。毒性降低仅为乌头碱1/100。继续水解则转变为毒性更小的胺醇类碱，如乌头胺、中乌头胺、次乌头胺等的毒性仅为乌头碱的 1/2 000 左右。还分出去甲猪毛菜碱，均有强心作用。药理实验：有镇痛抗炎作用。味辛甘，性大热，有毒。有回阳救逆、补火助阳、逐风寒湿邪的功能，用于亡阳虚脱，肢冷，脉微，虚寒痹痛，阳虚水肿，心力衰竭，慢性肾炎，阴寒水肿等症。　　　　(谭炳杰)

无芒雀麦 (bromegrass)　禾本科雀麦属的一个种，学名*Bromus inermis* Leyss.，多年生草本牧草。又名无芒草、光雀麦、禾萱草。原产欧洲、中国和西伯利亚，在中国东北、西北、内蒙古均有野生。欧亚大陆温带地区广泛分布。

根茎发达，生长三四年在地表10～15厘米范围形成交错密集的根层；茎直立，60～120厘米(见图)，无毛或在节下有倒毛；叶片披针形，叶鞘紧密包茎，叶舌膜质较软，无叶耳；圆锥花序开展，长10～20厘米，每节具3～5分枝，每枝着生小穗1～6枚；小穗含花4～10朵，外颖披针形，具膜质外缘，通常无芒或在背部顶端有短芒，内稃短于外稃，颖果与内稃等长。

性喜冷凉干湿的气候，抗寒性强，在50° N地区可安全越冬。耐干旱，耐盐性较强。在多种土壤上可以

生长，但最喜肥沃的粘壤土或砂壤土。水肥充足，则产量高。对氮肥特别敏感，由于根茎发达，分蘖很多，氮肥不足时生长能力显著下降。

无芒雀麦

春秋两季均可播种，以夏季雨水充沛时播种为宜。在华北和黄土高原可播种。条播行距30～60厘米。每公顷播种量15～30千克。苗期生长缓慢，应及时中耕除草，第二年起生长旺盛，再生性强，每年可收割两三次，割后灌水追施氮肥可显著增产。三四年后地表根茎密结，应用圆盘耙耙茬，切断根茬，改善土壤通透性，以更新复壮。适于与紫花苜蓿混播，放牧用可采取与豆科相间条播，适当增加无芒雀麦的播种量比率。收干草用的，适当增加豆科的播量比率，应在抽穗期收割，草质柔软，饲料营养价值高。在干物质中含粗蛋白16.10%，粗脂肪2.7%，粗纤维29.9%，无氮浸出物39.6%，灰分11.7%。

（洪绂曾）

无偏估计（unbiased estimate）　样本统计数$\hat{\theta}$的数学期望等于被估计的总体参数θ，则称$\hat{\theta}$是θ的无偏估计。记作$E(\hat{\theta})=\theta$。“数学期望”是指随机变量$\hat{\theta}$所有可能值的**平均数**。所以，在统计上，如果证明一个总体的所有可能样本的某一统计数的平均数等于总体的相应参数，则该统计数就是总体参数的无偏估计。例如，若随机变数x遵循平均数为μ，方差为σ^2的分布，则可证明样本平均数$\bar{x}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i$是总体平均数$\mu$的无偏估计；样本方差$s^2=\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2$是总体方差$\sigma^2$的无偏估计。

（张全德）

无融合生殖（apomixis）　一种特殊的生殖方式，能形成性器官，但不通过雌雄配子的受精融合而产生胚和种子。狭义的无融合生殖是指单性生殖，即雌雄配子不经受精融合而发育成孢子体。广义的无融合生殖不仅是配子体中各成分，还包括胚囊的其他各部分不经配子受精融合而发育成的孢子体，如不定胚现象等。

被子植物的无融合生殖可分为：①单倍体配子体的无融合生殖，其中包括单倍体单性生殖，即由卵细胞（雌配子）或由精子（雄配子）不经受精融合单独发育成胚。单倍体无配子生殖，即由胚囊中助细胞或反足细胞发育成胚。这些单倍体加倍后就成为纯合二倍体。②二倍体配子体的无融合生殖，是由未减数的二倍体配子直接发育成胚，它不经过孢子阶段，因此也称无孢子生殖，也分为二倍体单性生殖和二倍体无配子生殖，由这种胚长成的植株保持母体所有特性。③孢子体无融合生殖，如由珠心或珠被等母体细胞伸入胚囊转变成胚的现象，可延续母体特性。

单倍体无融合生殖也可由人工诱导产生，如延迟授粉，高温处理授粉后的植株，化学药剂处理子房，辐射处理花粉，远缘杂交，花粉或胚珠、子房的离体培养等。

（赵世绪）

无土育秧（soilless rice-nursery）　将水稻种子播在无土的簸垫上或秧盘里，在温室内较高温度、水分和适宜的光照条件下，快速培育出小苗的一种育秧方法。20世纪70年代后期，由中国湖北省试验推广。其特点是成秧率高，出叶速度快、根系发育好、胚乳利用率高。育成的小苗可以直接移栽定植，也可经过第二段寄秧，培育成带蘖壮秧后，再行定植（见**两段育秧**）。

建造温室要考虑到升温快、保温好、光照足。应设有加热给水设备、催芽设备和秧盘等。育秧技术上要掌握好精选种子、严格消毒、均匀浸种、整齐催芽。要按照插秧计划和每批秧的时间长短，做到有计划地分批**播种**。播种量要适于盘根立苗，手插秧每平方米秧盘播湿种1.5～2.0千克，要播匀压紧。播后管理的关键是控温调湿，分四个阶段管理：发芽现青时要求35℃左右高温，相对湿度95%以上高湿，使现青迅速整齐，当不完全叶开始伸出时要及时用木磙顺一个方向压苗2～3次，促进齐苗盘根。在一叶盘根期保持温度30～32℃，相对湿度80%左右，及时透光绿化，使秧苗盘根良好。在二叶壮苗期要控制温度在25～28℃，相对湿度70%以上，增强光照，喷施氮磷液肥。出室前二三天停止升温，通风炼苗，当秧苗约高达8～12厘米时，将秧片从盘中取出放到室外水面寄放1～2天，当根系舒展后即可进行插秧。

（高佩文）

芜菁（turnip）　十字花科芸薹属的一个种，学名*Brassica rapa* L.，二年生草本植物。又名蔓菁、莞根。为块根饲料作物，亦可作蔬菜。中国栽培历史悠久，全国各地都有种植。

块根扁球形或略近球形，直径10～30厘米，根皮

白色，上半部浅绿色或紫红色，块根顶部具短缩茎。叶匙形，长20～40厘米，下部羽状深裂或全裂，播种当年只形成块根，第二年春栽植种根，始抽薹开花。总状花序，花冠黄色。长角果，有种子20～30粒（见图）。



芜 菁

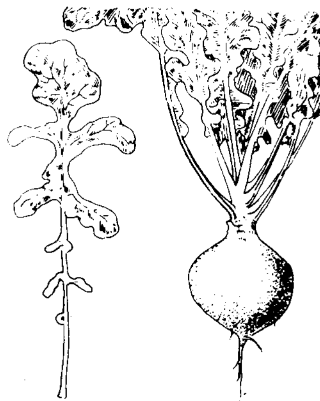
种子在2～3℃时即可发芽，幼苗可耐－3～－5℃低温，生长期间可耐轻霜，在昼夜温差大的高寒地区，有利于块根膨大生长。喜肥水，要求深耕、疏松、通气良好，肥沃的壤土和砂壤土。播前整地施肥，条播或点播，行距40～45厘米，株距20～30厘米，每公顷播种量3～7千克，出苗后宜及时间苗，出现5～6片真叶时定苗。生长前期适当追施氮肥，中后期宜配合追施磷钾肥，遇旱要灌溉，上冻前及时收获，以免块根受冻。一般每公顷产块根35～45吨，高产的可达75吨。

块根含有丰富的碳水化合物，适口性好，茎叶也是很好的青饲料。块根含干物质16.8%，干物质中含粗蛋白质7.74%，粗脂肪1.78%，粗纤维15.48%，无氮浸出物69.05%，灰分5.95%。叶含干物质24.2%，干物质中含粗蛋白质15.2%，粗脂肪3.72%，粗纤维7.85%，无氮浸出物58.26%，灰分14.88%。

（苏加楷）

芜菁甘蓝 (swedish turnip) 十字花科芸薹属的一个种，学名*Brassica napebrassica* L.，为蔬菜及块根饲料作物。又名洋蔓菁、灰萝卜、大头菜。原产亚洲西部与欧洲，19世纪末传入中国，现全国都有栽培。

肉质根，肥大，圆形或纺锤形，根头部短缩茎略长，叶片正面灰绿色，背面浅绿色，叶表面有一层稍厚的蜡粉。第一年生长肉质直根，越冬后，到第二年春季栽植，才抽薹开花，花冠黄色，长角果，种子细小（见图）。适应性广、抗旱性强，种子在2～3℃时发芽，幼苗能耐短时间的－7～－8℃的低温。可直播，在整地施基肥后起垄，行距50～60厘米，每公顷用种量3～4.5千克，播深1～2厘米，出苗后经2～3次间苗，在真叶3～4片时按株距25～30厘米定苗。也可育苗移栽，播种期需适当提早。苗期较耐旱，肉质根膨大期要保证充足的水分。苗期可适当追施氮肥，促进茎叶生长，促使块根膨大，并需注意防治蚜虫和菜青虫，播后约120天，或移栽后约90～100天，即可收获块根。一般每公顷产块根45～60吨。茎叶15～22吨。块根含干物质10.91%，在干物质中含粗蛋白质13.47%，粗脂肪0.55%，粗纤维9.72%，无氮浸出物67.83%，灰分8.43%。鲜茎叶含干物质11.99%，在干物质中含粗蛋白质22.94%，粗脂肪4.50%，粗纤维9.92%，无氮浸出物47.79%，灰分14.85%，块根和茎叶都可切碎或打浆后与其它饲料拌匀鲜喂，也可制成青贮料。如用作羊的补充饲料，可在田间直接放牧利用。



芜 菁 甘 蓝

（苏加楷）

吴绍骙 (1905～　　) 农业教育家，玉米遗传育种学家。安徽省嘉山县人。1929年毕业于金陵大学农学院农艺系。1934～1938年在美国明尼苏达大学农学院深造，获博士学位。1938年回国后曾任广西大学农学院、金陵大学农学院教授；贵州省农业改进所技术专员。1949年后，历任河南农学院副院长；中国农学会、中国作物学会、中国遗传学会理事；中国农业科学院学术委员会委员；农牧渔业部科学技术委员会委员；第三至第六届全国人大代表。现任河南农业大学名誉校长、一级教授；河南省人大常委会副主任。长期从事玉米育种研究，对我国玉米生产的发展作出了卓越贡献。1939年在美国农艺学会会报上发展的“玉米自交系血缘与杂交组合表现之间的关系”一文，提出了不同来源的自交系杂交比亲缘关系较近的自交系间杂交具有更大的杂种优势。这一科学论断，被国内外玉米育种家所公认。1949年，在全国农业工作会议上发表了“利用杂交优势增进



玉米产量"的学术报告，提出以选育推广品种间杂交种作为中国发展**玉米杂种优势利用**的主要途径的建议，被政务院颁布的五年良种普及方案和农业部制订的"全国玉米改良计划"所采纳。1952年，与洛阳农业试验站合作，育成中国第一个大面积推广的**玉米综合品种**"洛阳混选1号"。在1957年中国农业科学院成立大会上，宣读了"从一个综合品种——洛阳混选1号的推广谈玉米杂种优势的利用和保持"论文，为杂种优势的利用辟出了新途径。以后，他又发表了"杂种优势在新中国玉米生产上利用及其前瞻"、"对当前玉米杂交育种工作的三点建议"、"异地培育对玉米自交系的影响及其在生产上利用可能性的研究"等论文。在1956年，他倡导的异地培育方法，一直为全国各育种单位所采用。他领导的河南农业大学玉米研究室，先后育成并大面积推广了豫农704、豫单5号、豫双5号等优良玉**米杂交种**，分别荣获全国和河南省科学大会颁发的重大科技成果奖。 （陈伟程）

五味子（Chinese magnoliavine） 木兰科五味子属的栽培种，学名*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill，落叶木质藤本作物。因具甘、酸、辛、苦、咸五味而得名。古名菋、茎藸、玄及和会及。别名北五味子、辽五味子和山椒。成熟果实入药。分布于中国东北和华北地区，朝鲜和苏联远东地区也有分布。20世纪50年代末期开始栽培。中国主产区为辽宁、吉林和黑龙江等省。同属植物有华中五味子*S. sphenanthera* Rehd. et Wils.，其果实亦入药，称南五味子或西五味子。



五 味 子

茎皮灰褐色，有明显皮孔。嫩枝红棕色，稍有光泽。单叶互生，有柄，广椭圆形或倒卵形。花单性，白色或粉红色，雌雄同株。开花后花托伸长呈穗状。浆果球形，熟时深红色。种子肾形。多野生于杂木林缘、山沟、溪流两岸的小乔木及灌木丛间。茎缠绕于其他木本植物上。

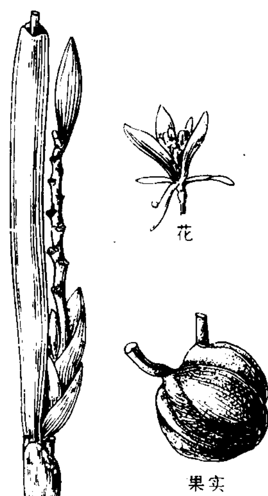
喜肥、喜湿润、怕强光。若水、肥不足，通风透光不良则开花少或不开花结实。宜选土壤肥沃、土层深厚、保水力强的林缘地或熟地栽培。以种子繁殖为主。秋季选留果粒大、均匀一致的果穗，晒干或阴干作种用。2月下旬将果实用清水浸泡4～6天，每隔两天换一次水，然后搓去果肉，清除秕粒，用3倍于种子的湿砂埋藏在0～5℃的低温下处理，使其完成胚后熟。5月上、中旬播种育苗。低洼易涝的地方需作高畦，畦高15厘米左右；高燥干旱的地方作平畦。畦宽约1.2米。条播或撒播。条播行距10厘米。覆土1.5厘米。每平方米播种量30克左右。播后搭棚遮荫，并保持土壤湿润。待长出2～3片叶，天气凉爽时撤掉荫棚。翌春按行株距120×50厘米定植。行间种植玉米、高粱等高秆作物适当遮荫。每年追肥1～2次，第一次在展叶时，以氮肥为主；第二次开花后进行，以磷钾肥为主。在植株周围开环形沟，将肥料施入沟内，然后覆土。在秋季落叶后或春季萌发前进行修剪，保留2～3条健壮枝条作为主茎，太长时可适当打顶，同时剪掉病枝和枯枝。及时松土、除草。移栽后第2年搭架供其缠绕。架材要有一定的耐久性。栽后第3年结果，10月下旬采摘成熟果实，清除杂质晾干。贮藏于通风干燥处，防止霉烂变质。

果实含五味子素(Schizandrin)、去氧五味子素(Deoxyschizandrin)、γ-五味子素（γ-Schizandrin)、伪-γ-五味子素(Pscudo-γ-Schizandrin)和五味子醇(Schizandrol)。此外，还含有挥发油、柠檬醛(Citral)、β-谷甾醇、柠檬酸、维生素C和E等。药理实验：能增加神经系统的兴奋性。提高机体的工作效能，减轻疲劳，促进代谢，并有降低血清转氨酶(SGPT)作用。味酸、咸，性温。有敛肺止咳、益肾涩精之功效。主治肺虚喘咳，自汗，盗汗，肾虚滑精，久泻不止等症。 （宫喜臣）

物理诱变育种 见诱变育种。

X

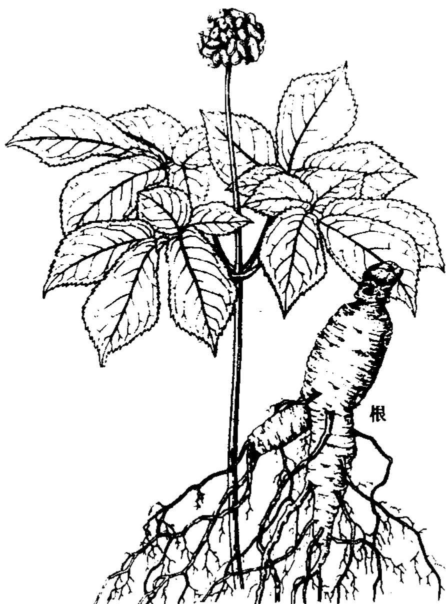
西非竹芋 (katemfe)　竹芋科西非竹芋属栽培种，学名*Thaumatococcus danielli* L.，多年生草本植物。又称卡坦菲、苏丹神秘果。主要分布在塞拉利昂到扎伊尔的热带雨林中，安哥拉等地也有分布。株高可达3米，叶宽大，椭圆形，薄如纸。短穗状花序，着生于近地面的叶柄上隆起的基部，每个花序有成对生长着约12对花，花紫红色。通常只2～3对或偶而有4～5对能开花结果。簇生于地面上，往往部分被枯叶、泥沙所覆盖。果实为三角形的肉质果，初熟时由墨绿色转为褐色，全熟时鲜红色。每个果实有1～3枚深黑色种子，种子顶端覆有柔软的膜质囊(即假种皮)，其内含极甜的粘性物质，西非人用其消除酸味。从假种皮中可分离出两种糖蛋白，称为西非竹竿素Ⅰ(Thaumatin Ⅰ)和西非竹竿素Ⅱ。甜度比蔗糖高750～1 600倍。商业上提取的西非竹竿素可制成结晶状，含有193种氨基酸，蛋白质中是以丙氨酸作为N-终端氨基酸的单个多肽链。西非竹竿素除了作为甜味剂外，还具有香味剂的潜在用途。西非竹竿每年大部分时间都开花，以2月至6月和8月至10月花最盛，开花后约3～4个月果实即成熟，果实大小和重量变化颇大，单粒种子果实平均重9克，双粒种子和三粒种子的果实平均重12～16克，最重的果实可达40多克。　(卓仁松)



西非竹竿

西洋参 (American ginseng)　五加科人参属西洋参，学名*Panax quiquefolium* L.。多年生草本植物。别名五叶参、广东人参、花旗参。根供药用。原产于北美洲，主要产地分布于30° N～48° N，67° E～95° E的加拿大和美国的低山区。1976年以来在中国北京、黑龙江、吉林、辽宁及陕西等地先后引种栽培成功。

根肉质，纺锤形。茎圆柱形，表面具纵条纹或略具角棱。掌状复叶，小叶5枚，膜质，广卵形及倒卵形，先端突尖，基部楔形，边缘具不规则粗锯齿。伞形花序，小花多数，花瓣5枚，绿白色，矩圆形，雄蕊5枚，雌蕊1枚，子房下位，2室。浆果，扁圆形，鲜红色。花期5月至7月，果期6月至9月(见图)。



西　洋　参

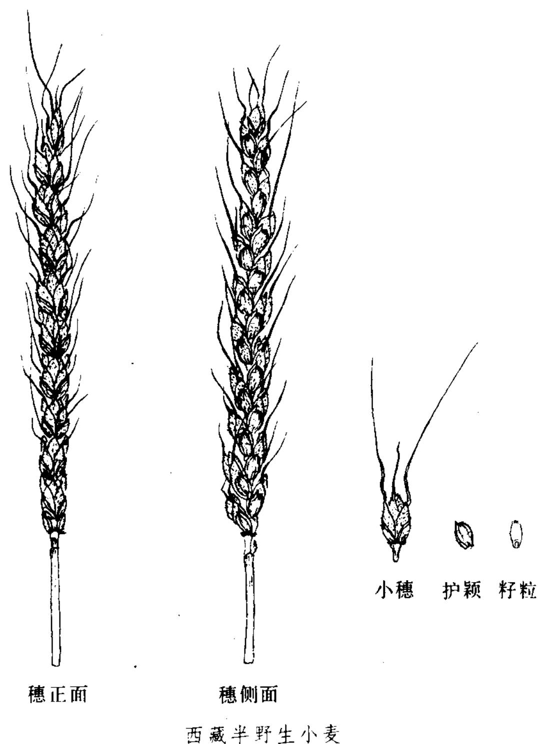
喜温暖湿润环境，需搭棚遮光，透光度20～25%，适宜排水良好、富含腐殖质、疏松、肥沃的砂质壤土及腐殖质壤土。前作物以玉米、小麦、高粱和谷子等为好。前作收获以后，可适量施入厩肥，休闲一年，耕翻7～9次，达到充分风化和消毒的目的。畦面做成龟背形，高25～30厘米，畦长因地形而定。高棚畦：畦宽150厘米，畦间通道30～40厘米；矮棚畦：畦宽120厘米，畦间通道为150厘米。种子繁殖：8月至9月为种子成熟期，分批采收红色果实，搓去果肉，洗净，将种子与砂按1∶3的比例混匀放入箱内，保持湿润，埋于地下，每两周检查一次，并上下翻动，以调剂水分，待种子裂口后即可播种。秋播在10月底至11月上旬，畦面平整后播种，点播行株距约8×3厘米，每公顷用砂藏的种子约112千克，播种后畦面覆盖麦秸或稻草约8～10厘米，保持土壤湿润。幼苗出土前搭棚遮光，搭高棚的棚高两三米。矮棚方法和规格与人参相似（见人参）。幼苗出土后挂侧帘，以防阳光辐射。大面积栽参，参棚的面积最好不超过1.3公顷。每年拔草2～3次，适时浇水，雨季防止积水。在土壤肥力较差的地区，每年应追施2～3次较稀的腐熟饼肥水或复合化肥。病虫害有黑斑病 *Alternaria panax*、疫病 *Phytophthora*

cactorum、立枯病 *Rhizoctonia solani*、锈腐病 *Cylindrocarpon panacicola*、菌核病*Sclcrotinia* sp.、根腐病 *Fusarium solani*；蛴螬、地老虎、蝼蛄、金针虫等。生长第4年10月中旬采收，把参根(包括支根)全部挖出，抖去泥土，放在畦面上，按大小分开，洗净，晾2～3天，放入干燥箱或通风干燥室内干燥，开始温度为16～27℃；持续两三天后温度升高到32℃，以不超过50℃为限。

根含多种皂甙，总皂甙含量7%左右，尚含少量的挥发油、单糖、双糖和多种氨基酸等。药理实验：其皂甙有镇静中枢、对生命中枢有中度兴奋作用。味甘、苦，性寒。具有养阴、清火、生津等功能。主治阴虚发热、咳嗽咳血、虚火牙痛和口渴少津等症。

（刘铁城）

西藏半野生小麦 (Xizang semi-wild wheat) 小麦属**普通小麦**的一个亚种，学名*Triticum aestivum* ssp. *tibeticum* Shao。染色体数2n＝6x＝42，染色体组型为AABBDD。在中国西藏地区混生在**冬小麦**田中，成熟时穗轴断落为单个小穗，折断方式为上节位，其它性状与普通小麦相似(见图)。1974年中国学者在隆子县、加查县、察雅县搜集到这种小麦，经种植观察和细胞学鉴定，定名为西藏半野生小麦。1981～1984年间，又搜集到250多份样本，已划分为23个变种。主要分布在雅鲁藏布江隆子河流域，澜沧江、怒江和察隅河流域两岸的农田里，没有发现野生群落。垂直分布于海拔1 700～3 600米的高地，多数在3 200米左右。弱冬性，幼苗直立或匍匐。株高100～140厘米，多数为110厘米左右，茎秆较细，穗长6～15厘米。小穗节片基部及两侧多数有毛，每小穗结实2～3粒。颖壳红色多于白色，外颖有毛或无毛，无芒或有芒，芒有短、长、曲多种类型。种子裸粒，红色，千粒重30克左右。



西藏半野生小麦

（郑殿升）

奚元龄 (1911～1988) 棉花遗传育种学家，江苏省武进县人。1935年毕业于中央大学农学院。毕业后，在中央农业实验所任技士，从事棉花细胞遗传育种和栽培生理的研究。1948年赴英国留学，1950年获英国剑桥大学植物学院细胞遗传学博士学位。毕业后随即回国，历任华东农业科学研究所研究员，江苏省农业科学院农业生物遗传生理研究所所长、名誉所长，国国科学技术委员会农业组委员，农业部科学技术委员会委员，**中国棉花学会**理事长，中国遗传学会副理事长，中国植物生理学会常务理事，第三、五届全国人民代表大会代表。



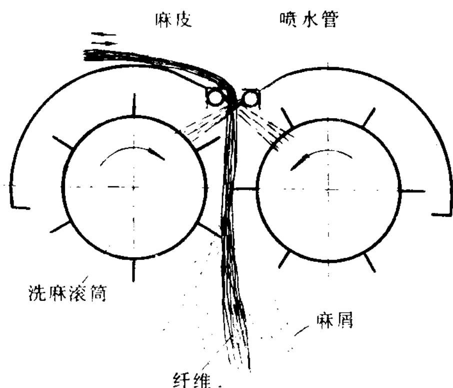
奚元龄自1933年还是学生时开始，即从事棉花细胞遗传和育种研究。在英国留学期间，从事果蝇红眼轨迹的位置效应的研究。回国后持续从事**棉花**的遗传生理方面的基础和应用研究。他结合棉花高产栽培进行以氮肥为主的棉花**施肥**生理研究，并参加了长绒棉3号、长绒棉12等新品种选育工作，为棉花育种和指导棉花大面积生产作出了贡献。70年代以来，他以棉花的花药和组织培养为基础，开展了主要农作物的体细胞遗传工程的研究。先后在国内、外刊物上发表了"中棉之遗传"、"亚洲棉异品种间杂种优势之研究"、"棉花施肥的生理基础"、"陆地棉花药培养中诱导愈伤组织形成"(英文)和"植物细胞的全能性与细胞分化"等10多篇有学术价值的论文。还翻译和编译了《农业原理》、《遗传学原理》、《细胞遗传学与育种》等六本专著

（陆维忠）

洗麻机 (bast fiber washing machine) 将沤浸适度的麻皮，洗制加工成洁净纤维的机械。一般多用于**黄麻**和**红麻**的加工。英国等国家在20世纪50年代曾设计出多种机械**洗麻**方法。一种是麻皮通过轧辊时将水喷向纤维，还试验用高压水流喷射麻皮；另一种通过滚轮挤压，以达到洗麻的目的。圭亚那的一种洗麻机是根据人工在水中摆洗的方法设计出摆动冲洗洗麻机。联邦德国研制出黄麻剥制精洗联合机，可加工

经过沤熟的黄麻茎秆，为工厂化作业。中国60年代初开展了洗麻机研制工作。

中国研制成功的HX-380型黄、红麻动力洗麻机（见图）主要由两对相向回转的洗麻滚筒组成，并配有供水喷水装置。工作原理是沤浸适度的麻皮经过两滚筒打板的梳刮和水流的冲洗，得到干净、洁白有光泽、质量好的纤维，能比手工洗麻提高1～2个等级，该机用6～8马力动力带动，较手工洗麻提高工效4～5倍。山东、广东等省还利用该机建立了洗麻场，加工大量熟麻。

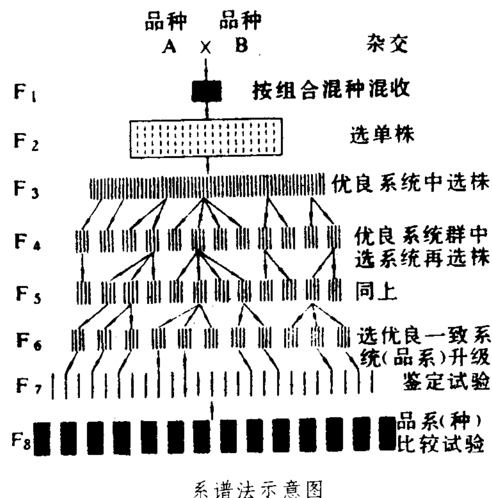


HX-380型黄、红麻动力洗麻机

（王绍文）

系谱法（pedigree method） 在**杂交育种**中，从第一次分离世代开始，根据育种目标针对株高、生育期、抗病性等遗传力较高的性状，逐代连续选择符合要求的个体，直到纯合程度达到要求时，再按系混收进行评比的杂种后代处理方法。由于当选后代单株都有组合、世代、亲缘、系谱可查，故称系谱法。常用于自花授粉和常异花授粉作物的育种。

系谱法（以单交组合为例）的方法和程序如下页图。即自杂种第二代（F_2）出现分离开始，严格按育种目标选择单株，中选单株分别脱粒、考种后决定去留。下年按组合和类型将F_2入选单株分别种植成株行，称为F_3"系统"（家系）。第三代（F_3）系统间的差异比系统内个体间的差异大，故应先选择优良系统，而后在中选系统内继续选株。第四代（F_4）时，来自F_3同一系统各单株种成的各F_4系统组成一个"系统群"。同一系统群内的系统称为"姊妹系"。系统群间的差异常常大于系统群内系统间的差异。所以F_4代也应首先评选优良的系统群，从中选择优良系统，再从优良系统中选优良单株。F_4代以后各个世代的做法大体与F_4代类同。一般从F_5起，凡性状已趋整齐一致而又符合育种目标要求的优良系统，可按系统收割脱粒，下年升入鉴定圃比较产量。对仍能分离的系统可继续点播选株，直到



系谱法示意图

纯合程度符合要求为止。杂种性状基本稳定后，继续选株效果不大。

单株选择代数的多寡，随不同国家、地区或育种家的做法以及材料的不同而异。欧洲国家对品种纯度要求高，单株选择至少进行到F_7甚至F_8代。美国一般不主张选株代数过长，理由是品系过于纯合，带来基因基础较贫乏的后果；而较早混合的系统由于具有一定的"剩余异质性"，因而有可能更适应变化不定的环境条件，并相对地不易丧失抗病（虫）性。

典型的系谱法在分离世代都采用等距粒播，并特别注意培育条件的均匀一致，以利准确选择优株。为了便于核查育种材料的系统历史及其亲缘关系，对各世代中选单株进行系统编号，用简明数字表示年份、组合、世代及中选株号。如80(23)-1，表示1980年杂交的第23个组合第二代中选的第一个单株。以后如在该单株后代中继续选株，则在1的后面每世代标加一个短破折号并记其当代株号。

采用系谱法可在早代针对生育期、株高、抗病性等遗传力较高的性状进行有效的选择，淘汰一部分基本性状未过关的材料之后，再对产量、品质等一些遗传力较低的数量性状适当延迟在纯合程度稍高的较后世代进行选择，这样既可加速选择进程又能收到较好的效果。其另一优点是株、系、群间的家谱关系清楚可查，便于总结经验，并可全面地根据前后代和旁支的表现较准确地鉴别基因型真正较优的株系，从而较早地把精力集中于少数优异材料的选育。系谱法的缺点是早代开始进行单株选择势必不可避免地丢失一部分受数量性状支配的优良基因型。另外，由于系谱法工作细致，需要较多人力物力，与扩大育种规模有矛盾。近年在中国以及欧洲的一些国家仍在广泛应用，但在美国和其它一些国家则多以派生系统法或不同形式的改良系谱法代替典型的系谱法。（李晴祺）

细胞质遗传 (cytoplasmic inheritance) 细胞质内遗传物质所决定的遗传现象。由于细胞质遗传的表现不同于核基因所决定的遗传现象，所以又称为核外遗传、非孟德尔遗传、母体遗传或染色体外遗传。

1909年C.柯伦斯（Correns）发现紫茉莉中绿叶（♀）×花斑叶（♂）的杂交后代都是绿叶，其反交的子代都是花斑叶。同年，E.鲍尔（Baur）报道了天竺葵中类似的现象，并且认为是由于叶绿体的遗传自主性造成的。1924年F.韦特斯泰因（Wettstein）根据葫芦藓中母体遗传现象，提出细胞质基因组一词来概括细胞质中的全部遗传物质。从20年代起，P.米凯利斯（Michalis）对柳叶菜属植物连续进行了二三十年的研究，通过正反回交法分析了若干性状的母体遗传现象。

30～40年代，先后在果蝇、玉米、双核草履虫和啤酒酵母中发现了非孟德尔遗传现象，从而揭示了细胞质遗传的广泛性。这一时期，美国的M.罗德斯（Rhoades，1931）发现了玉米细胞质遗传的雄性不育现象，由于它在玉米种子生产中的重要作用，逐渐成为细胞质遗传的重要课题。1937年日本学者今井提出质体基因概念，指出叶绿体中具有遗传因子。1943年罗德斯在玉米条纹叶的遗传中也发现了叶绿体的遗传作用。1949年B.埃弗鲁西（Ephrussi）在啤酒酵母中发现了小菌落的变异，并指出这种变异与线粒体的遗传作用有关。

50年代初，J.莱德柏格（Lederberg）根据大肠杆菌中F因子和噬菌体中溶源性的发现，用质粒一词来概括染色体外的全部遗传因子，从而把染色体外遗传的概念扩大到原核生物中。

1963～1964年分别确证了线粒体和叶绿体中存在DNA。此后，细胞质遗传的研究逐渐成为分子遗传学的一个重要领域。

凡属以下情形中的任何一种，就可以认为这种遗传现象属于细胞质遗传：①正反交结果不同，子代性状与母体相同，这类现象又称母体遗传。这一判断标准适用于高等植物和某些微生物。②在同型配子的生物中，双亲杂交后代仅仅表现某一亲本的性状，而无双亲性状的分离。如衣藻中某些性状仅能通过正交配型（mt^+）传递，并且在后代中不发生分离。③通过注射、接合转移等方式把一种生物的细胞质或细胞质内的遗传因子转移到另一生物中，受体由此而获得供体的某一性状。④通过回交、核移植等方法把一种生物的细胞核转移到另一生物的细胞质中，后者没有因为失去自己细胞核而丧失某些性状。表明这些性状属于细胞质遗传。

细胞质遗传是细胞质内遗传物质传递的结果。这类遗传物质包括细胞器、共生体和质粒。在真核细胞的细胞器中，线粒体、质体都含有DNA，这些DNA与核DNA有一定差别，但都能编码一定数量的蛋白质，并决定某些性状的表现。细胞质内的共生体在真核和原核生物中都有发现，如卡巴粒、λ和μ粒子等，它们不是生物体所必需的成分，但却能决定寄主某些性状的表现。质粒大量存在于细菌之中，在某些低等真核生物（如酵母）中也有发现。

细胞质遗传现象在整个生物遗传中，只占有很小的比例。核基因仍然是主要的遗传物质。细胞质基因常以各种方式与核基因发生互作，两者间往往发生相互调控的作用。已知某些质体变异是核基因突变造成的，但以细胞质遗传的方式传递。有些共生体颗粒（如卡巴粒）虽然以细胞质遗传方式传递，但是这种颗粒在生物体内的保持却需要特定核基因的存在。有些性状的表现（如酵母的小菌落）既可以由细胞质基因决定，也可以由核基因决定。叶绿体和线粒体基因也常需要与核基因共同编码。如植物叶绿体中的RUBP羧化酶是由8个大亚基和8个小亚基组成的，其中前者由叶绿体基因组编码，后者则由核基因组编码。

细胞质遗传在实践上主要应用于农作物的雄性不育。由于细胞质遗传的雄性不育可以免除或部分免除杂交种子生产过程中的去雄工作，从而使自花授粉植物的杂种优势有利用的可能，并且使异花授粉植物的种子生产降低成本和提高种子纯度。

参考书目

Grun, P., *Cytoplasmic Genetics and Evolution*, Columbia University Press, New York, 1976.

（戴景瑞）

细辛 见东北细辛。

狭叶番泻树 (congo senna) 豆科山扁豆属狭叶番泻树，学名*Cassia angustifolia* Vahl.，多年生小灌木。叶子和幼荚供药用。商品名番泻叶。分布于非洲东部、阿拉伯南部及印度。中国云南和广东省于1959年从印度引种。同属植物尖叶番泻树，别名旃那*C. acutifolia* Del.，产于非洲尼罗河流域，其叶子亦入药。

狭叶番泻树植株高1米左右。偶数羽状复叶，小叶4～8对，披针形，先端尖，基部稍不对称，全缘。花蝶形，黄色。荚果扁平矩圆形。种子盾状。

喜雨量少的炎热干燥气候，云南省元江县种植地点的年降水量600毫米左右，年平均温度23～24℃。在原产地非洲的苏丹产区年降雨量不超过250～300毫米，年平均温度为24～26℃。宜选阳光充足、高燥、排水良好的微酸性或中性砂质土栽培。如土壤酸性过强，播前施适量石灰，可减少苗期病害。用种子繁殖，于5月至7月采收变黑褐色的成熟果实，去皮晒干，干燥保存。翌年



狭叶番泻树

2月至3月干燥季节直播，按行株距70×50厘米点播，播深1～2厘米。因幼苗易得病死亡，每穴需播种5～6粒，以保证全苗。播种后注意浇水，以免土干影响出苗。出苗后严格控制土壤水分，及时防治病害。苗高10～13厘米时间苗，每穴留苗1株。加强除草、松土，防止土壤板结，雨季及时排水。每年施肥2～3次，促进植株生长。如以收叶为目的，需多施氮肥，同时摘蕾摘顶，使枝叶繁茂，提高产量。若以收种子为目的，则在施氮肥的同时，追施磷钾肥，促进籽粒饱满。病虫害主要有苗期立枯病、叶斑病和小菜粉蝶。在生长盛期，选晴天采叶和未成熟的果荚，及时晒干或40～50℃烘干，置于干燥处保存。

叶含蒽醌衍生物，其有效成分主要为番泻甙A、B、C和D以及大黄酸葡萄糖甙、大黄酚等。药理实验：有泻下及抑菌作用。味甘苦，性寒，有泻热导滞的功效，治疗热结便秘和积滞腹胀症。

（巫金华）

狭叶洋地黄 见毛花洋地黄。

夏大豆 (summer soybean) 在冬作物收获后于夏季播种的大豆。属短日照性较强的中熟至中晚熟类型，中国夏大豆主产区为黄淮平原和长江中下游地区。黄淮夏大豆区包括山东、河南全省，河北和山西南部和江苏省，安徽北部及陕西中部。多在冬小麦收获后于6月中下旬播种，9月下旬至10月上旬收获。实行麦豆两熟轮作制。山东、河南省及江苏、安徽北部为黄淮夏大豆的集中产区，是内销大豆的主要产地，商品率高。南方夏大豆分布在长江流域及其以南地区，栽培形式多样，有的与麦类等冬作物进行一年两熟轮作，5月底或6月上旬播种，10月中旬以前收获；有的在稻田区作田埂豆种植。在云南、贵州高原地区，多与玉米间作栽培，4月至5月上半月播种，8、9月成熟。所产大豆自食或就地销售，大豆蛋白质含量高。

（王国勋）

夏谷 (summer millet) 又名回茬谷、晚谷或小谷子，指适合于夏季播种的粟。在中国北方一年两熟或两年三熟地区夏播时，前作多是小麦、大麦、豌豆或油菜等。播种期一般在6月份，个别地方可延至7月上旬。中国的夏谷主要分布在长城以南、淮河以北的黄淮海地区，以及陕西的关中地区、山西的晋中盆地和晋南盆地。播种面积约66.7万公顷，占谷田的15%。从20世纪60年代后期开始，随着农田水利事业的发展，复种指数的提高，夏谷不仅面积扩大，单产也不断提高，一般每公顷达2 250～3 000千克，有的可达3 750～4 500千克。

夏谷生长在高温、多雨的条件下，和春谷相比，具有生长发育快，生育期短，植株、根系、谷穗都比较小的特点。播种后一般3～4天胚芽鞘出土，长出第一片真叶，以后每2～2.5天长一片叶子，比春谷出叶速度快1～1.5天。同时，幼穗分化过程快，一般14～20天完成，比春谷少10～15天。幼穗分化和拔节关系多表现为“衔接型”或“重叠型”。另外，籽粒形成期营养物质向穗部运输较快，抽穗后15天穗重占全株重的30%左右，有的品种占40%左右。经济系数比春谷高。夏谷品种多为中早熟类型，一般生育多在70～100天之间，要求活动积温1 600～1 800℃。总叶数只有14～20片，叶薄而短，茎秆长80～150厘米，且下部节间较长，因而容易倒伏。穗长15～20厘米，紧而短小。

夏谷生长发育的特点决定了夏谷栽培上要求管理措施集中，在种植抗倒抗病品种的基础上，要及时早播，增施底肥，适当密植是提高单位面积产量的关键技术。

（李东辉）

夏花生 (summer peanut) 在立夏前后播种的花生。包括套种花生或冬麦、豌豆、蚕豆、油菜、早春豆类夏收后播种的花生。一般种植珍珠豆型早熟品种为主，如红梅早、红花1号、粤油551-116和白沙1016等品种。多分布在长江上、中游的四川、湖北等省。80年代以来随着耕作制度改革及生产条件的改善，夏花生发展较快，北方产区已有相当面积，单产也逐年提高，一般每公顷产1 800千克左右，高产地在3 700千克以上。

夏花生播种后温度高，出苗、生育快，珍珠豆型生育期100～110天，比春植花生生育期缩短20天左右。夏花生后作其他冬作物，由于前后茬衔接季节十分紧

迫，要求在10月上旬前**收获**完毕。因此，花生宜选用早熟品种，以珍珠豆型为主或早熟普通型品种。尽量提前播种。生长季短的地区，可采用**套种**提前播种。

（陈朝庆）

夏薯（summer sweet potato） 利用麦类、**豌豆**、**蚕豆**、**油菜**等作物**收获**后就地栽插的甘薯。主要分布在中国黄淮流域、长江流域及华南的部分地区。6月下旬至7月上中旬栽插，10月下旬至12月上旬收获。生育期150～180天。栽后正值高温多雨季节，应采用高垄防涝、分期施肥。夏薯用苗多数取自二次高剪苗、染病少、耐贮藏。夏薯的块根淀粉含量不及春薯高。

（邵炳煦 徐国光）

夏烟（summer tobacco） 夏季移栽的烟草，也称晚烟。中国夏烟面积占全国烤烟总面积的4～5%，黄淮海烟区和西南烟区有零星种植。大多在4月上中旬播种，苗龄50天左右，夏熟作物收获后移栽。大田生育期在6月至9月，气温较高，湿度较大，生长迅速，生育期较春烟短。但生长成熟季节遇高温多雨，花叶病、黑胫病和赤星病较易发生。而且成熟后期常有低温冷害，产量和品质不稳定。轮作方式有二年三熟，如山东省第一年夏烟一冬闲，第二年春玉米或粟、春甘薯。二年四熟制，如云南省第一年夏烟一油菜或绿肥，第二年玉米一油菜或小麦。三年五熟制，如山东省第一年夏烟一小麦，第二年大豆或甘薯一冬闲，第三年春玉米或高粱一小麦。三年六熟制，如贵州省第一年夏烟一油菜，第二年玉米或大豆一油菜，第三年甘薯一油菜。为了提高烟草产量、稳定品质，山东、陕西等省利用麦田套栽夏烟，有灌溉条件的地区，冬播小麦时留下栽烟畦，收麦前10～15天套栽夏烟，收麦后及时锄地培土、追肥，加强田间管理，能够确保大田生育期，避免后期霜冻、减轻病害，提高烟叶品质。

（刘树杰）

夏玉米（summer maize） 夏季播种的玉米。由于前茬作物多为**冬小麦**，又称为麦茬玉米。也称晚玉米。主要分布在**中国黄淮海平原地区**。山西南部和陕西关中平原地区也有栽培。夏玉米有**套种**与**直播**两种方式。套种的通常在5月下旬前后（多在麦收前8～10日）播入麦行间；直播的则在麦收后随即**播种**。夏玉米播种要早，农谚有"春争日，夏争时"之说。早播的好处是，充分利用有限的生长季节，满足夏玉米生长发育的要求，使其能积累较多的干物质，增加单位面积产量。还可以避免雨季来临时对玉米幼苗造成的涝害，并躲开秋霜的冻害影响。夏玉米早播、早收，可以尽早腾地，有利于适时播种冬小麦。

夏玉米生长期间，气温由高到低，雨量由多到少。其特点是，苗期处于高温、多雨季节，幼苗易受涝害；植株生长发育迅速，基部节间长，穗位较高，茎秆脆弱；容易感染小斑病、大斑病和青枯病；营养生长期较短，光合作用产物少，果穗比春玉米小。因此，在栽培技术上，应注意选用前期耐涝、后期脱水快、抗逆性较强的早熟品种；苗期注意排水防涝；早定苗，及时中耕除草；早施、重施拔节肥，促进植株营养体生长；适当加大种植密度，增加单位面积株数和总体产量。

（潘才道）

籼稻（hsien rice or indica rice） 适宜于低纬度、低海拔湿热地区种植的栽培稻亚种。1928年日本的加藤茂苞等根据籼粳稻间杂交一代的结实率低于双亲（多数在30%以下），在血清反应上有籼粳稻间互不融合的环状反应，而把栽培稻划分为两个亚种，将籼稻定名为印度亚种（*Oryza sativa* L. ssp. *indica* Kato）。1957年丁颖定名为籼亚种（*O. sativa* L. ssp. *hsien* Ting）。粳亚种亦同时分别定名（见**粳稻**）。

籼稻植株除推广的半矮生性品种外，一般株高多在1米以上，茎秆较软，叶片宽，色泽淡绿，剑叶开度小。叶片茸毛多，有短小茸毛散生于颖壳。大多为无芒或短芒，谷粒细长而稍扁平，一般长度为宽度的二倍以上。谷粒易脱落。较耐湿、耐热和耐强光，但

籼粳稻性状之间的主要差异

性状	籼稻	粳稻
1. 叶形和色泽	叶片较宽，色淡绿	叶片较窄，色浓绿
2. 剑叶开度	小	大
3. 叶片茸毛多少	多	自少至无毛
4. 芒	多数无芒个别为短芒或部分有芒	自长芒至无芒
5. 颖色	种类较简单，以秆黄色为主	种类多杂，自秆黄至赤褐色
6. 颖毛	短小、散生于颖面	集生于颖棱上，并由基部向顶部递增
7. 谷粒形状	细长而稍扁平	短而圆，横断面近圆形
8. 穗颈长短	一般较短	一般较长
9. 谷粒和米粒的石炭酸反应	一般能染色	一般不能染色
10. 脱粒性	易	较难
11. 分蘖力	较强，一般散生	较弱，一般较集生
12. 耐寒性	弱	强
13. 发芽速度	快	慢
14. 黑暗中发芽时，中茎、芽鞘长度	长	短
15. 胚乳的直链淀粉含量	高	低
16. 胚乳的胶稠度	硬	软

不耐寒。谷粒和米粒在1%的石炭酸溶液中浸渍12小时，经1昼夜，一般可产生淡茶褐色到黑色的染色反应。米粒直链淀粉含量较高，胶稠度硬，故蒸煮的米饭不粘。中国南方稻区种植的多为籼稻品种。

籼粳稻在形态特征和生理特性等方面的主要差异见上页表。

籼稻和粳稻通过杂交也可以获得杂种，但杂种一代的结实率较低。杂种第二代分离比较复杂，不同于亚种内品种间杂交。虽然在许多出土的炭化稻谷中往往都是籼粳稻的混合物，但从系统发育来看，籼稻的许多性状比粳稻更近似于**普通野生稻**，因而认为籼稻是基本型，而粳稻是变异型。 （申宗坦）

籼粳杂交育种 (hsien-keng hybridization or indica-japonica hybridization) 通过**籼稻**与**粳稻**亚种间的杂交，选育兼具两者优点的**新品种**。籼稻和粳稻在形态特征、生理生化特性上均有较明显的差别。国内外遗传育种家们因此而相继开展了籼粳杂交的研究工作，以期探明遗传规律并选育兼具籼粳优点的水稻新品种。

从20世纪20年代末开始，所进行的大量籼粳杂交证明：籼稻与粳稻之间并不存在不可交配性，且杂种一代花粉母细胞减数分裂期的**染色体**行为也基本正常。惟其杂交后代结实率低，性状分离剧烈，则又与亚种内杂交所获得的杂种的表现迥异。

籼粳杂种一代的结实率通常在5～40%之间，但也有不实或结实率较高甚至接近正常的。一般似与双亲的渊源有关，例如采用具有籼型细胞质的籼稻或粳型细胞质的籼稻分别与籼稻或粳稻杂交时，就往往较易获得高结实率的后代。对籼粳杂种结实率低的原因有几种解释：①因双亲相应染色体间有若干细微的结构上的差异所引起；②因配子发育**基因**（gamete-development genes）的作用，干扰杂种F_1配子的发育；③重复育性基因（duplicate fertlity genes）控制着分离世代所表现的不育性等等。籼粳杂种的结实率能随着世代的增进而逐步提高，若通过连续选择则见效更快，并不需采用细胞遗传学措施。这可能是由于与不实性有关的因素的频度随世代演进而渐减，以及结实率过低的植株逐代受自然淘汰之故。当然，其中也有形成为稳定的低结实系统者。

籼粳杂种一代一般优势明显，表现为生育期延长、植株高大、分蘖力强、每穗总颖花数多等。但大多结实率低，农艺性状通常呈中间型而偏于籼稻一方，且可能有新性状出现，如两个无芒亲本间杂交，第一代穗顶部颖花也可能会出现长短不一的芒等等。第二代群体产生剧烈的分离现象，有大量超亲变异和特异性出现，但多数植株和多数性状均偏于籼稻一方。常见的超亲变异表现在出穗期、株高、叶形、每穗颖花数、结实率、粒型及落粒性状上；常见的特异性表现在花青素着色、穗分支习性、胚乳及芒等性状上，而且还可能出现白化苗、叶绿素缺陷及异颖稻等。

籼粳杂种后代的剧烈变异虽然为水稻育种提供了丰富的变异类型，但在选择上也存在着不少困难：①结实率偏低；②性状的不良连锁难于克服，亚种间理想性状不易组合；③株系遗传性稳定缓慢；④基因型自然淘汰明显。因此在育种技术上要重视正确选择亲本、应用复交或回交方法、扩大杂种后代群体、放宽选择尺度、注意定向选择，以提高育种效率。

日本育种家在40年代就开始致力于把籼稻的抗稻瘟病基因导入粳稻的遗传背景中去，以提高粳稻品种的抗稻瘟病能力，如1943年起利用菲律宾的抗稻瘟病籼稻品种Tadukan，通过籼粳杂交而育成具有Pi-ta抗病基因的下北、越光等粳稻品种；1955年又着手利用印度籼稻品种TKM1和CO25，于1967年育成了具有Pi-zt基因的粳稻品种砦1号及砦2号，对日本各地分布的稻瘟病菌系均有高度抵抗性。南朝鲜则企图通过籼粳杂交育种，把籼稻的半矮生性、抗稻瘟病性与粳稻的生态适应性、优良的食用品质相结合，自70年代初期起陆续育成了统一、水源、密阳等高产籼型品种，投入生产应用。

中国于50年代起开始重视籼粳杂交育种，60年代中期为了改进传统粳稻品种的株型，又着手在粳稻育种中利用籼稻的半矮生性基因。其后又注意利用国际水稻研究所育成的半矮生籼型品种的抗病虫基因。浙江、江苏、湖北省农业科学院，沈阳农学院，辽宁洋河农场等单位先后育成了大面积推广的粳稻良种矮粳23、南粳35、鄂晚5号、沈农1033、辽粳5号等，表现为秆矮、叶片上举、株型好、耐肥抗倒、较抗病、产量高等特点。此外，也有试图通过籼粳杂交以期选育出抗寒、高产的籼型品种。籼粳杂交还是选育不育系和恢复系的有效途径（见**杂交稻**）。

（闵绍楷）

纤毛鹅观草 (cilia wheatgrass) 禾本科鹅观草属中的一个种，学名*Roegneria ciliaris* (Trin) Nevski，多年生草本植物。原产欧洲北部，广泛分布在中国东北、华北和西北各省（自治区）。

须根系，茎直立，单生或成疏丛，株高80～100厘米，无毛，基部常膝曲。叶鞘无毛，叶舌干膜质；叶片扁平，两面无毛，边缘粗糙。穗状花序，直立或稍下垂，穗轴节间延长，但不逐节断落，每节具1小穗，顶生小穗正常发育，含5～11小花；颖椭圆状披针形，具明显而强壮的5～7脉，边缘具纤毛；外稃背部被粗毛，边缘具长而硬的纤毛，顶端具反曲的芒。种子千粒重4克左右（见图）。

适应性广，耐寒耐旱，适于寒冷干燥的气候，对



纤毛鹅观草

土壤不拘，瘠薄土壤也能生长。可春播或夏播。播种量每公顷18～30千克，条播，行距15～30厘米，播深3～4厘米。宜在抽穗始期前刈割，过晚穗粗老有芒，质量下降。种子易脱落，留种田要及时收获。抽穗前茎叶柔软，适口性好，各种家畜均喜食。干草含水分9.3%，粗蛋白质10.1%，粗脂肪3.1%，粗纤维33.0%，无氮浸出物39.2%，灰分6.3%。

鹅观草属约含120种，中国约有50种，栽培的尚有鹅观草*R. kamoji* · Ohwi、弯穗鹅观草 *R. semicostata* Kitagawa 等。 （吴渠来）

苋 (amaranth) 苋科苋属 *Amaranthus* L. 作物的总称。为粮食、蔬菜、饲料兼用作物。苋属约有40个种，中国有13个种，按其栽培目的不同，可分为粒用苋、菜用苋、饲用苋、观赏苋等。粒用苋又称籽粒苋、西粘谷、西番谷，主要有千穗谷*A. hypochondriacus* L.、绿穗苋*A. hybridus* L.、红苋*A. cruentus* L.等种；菜用苋主要栽培种为苋菜*A. tricolor* L.；饲用苋的主要栽培种是繁穗苋*A. paniculatus* L.；此外还有一种观赏苋叫尾穗苋*A. caudatus* L.。苋的栽培历史悠久，分布广泛，亚洲、非洲、美洲、欧洲都有种植。中国江南地区主要种植菜用苋；河北、山西、陕西、内蒙古、黑龙江、辽宁、吉林、山东、江苏、云南、西藏等省（自治区）有小面积的粒用苋种植；饲用苋主要在北方地区种植，此外还有一种野苋*A. viridis* L.，可作饲用。

茎直立。粒用苋株高2米以上，菜用苋为1米左右。单茎或分枝，叶片长椭圆形、卵圆形或披针形，有长叶柄，绿色或紫红色。圆锥花序，顶生或腋生，有的花序长达七八十厘米。花小、单性，雌雄同株，每朵花有1苞片和5个萼片，苞片比萼片长，顶端有短芒。种子小，直径1毫米左右，呈浅黄、橙黄或紫黑色，千粒重0.5～1克。主根粗壮，根系发达（见图）。



苋 菜

苋为短日照作物。喜温、喜光，最适生长温度为20～30℃，耐旱、耐盐碱，对土壤要求不严，肥沃土壤、贫瘠土壤上均可种植，酸性或碱性土壤上都可生长，适宜在排水良好的壤土和砂壤土上种植。一般为春播，日均地温达16℃即可播种，在北京为4月20日前后，东北、内蒙古地区为5月中旬，河南在4月中旬或麦收后夏播。多采用直播，播种深度2～3厘米，株行距65×40厘米，每公顷可留苗15万株。4叶期定苗后可浇一次水，雨后追施一两次肥。每公顷施尿素300千克。花序中部的籽粒基本成熟即可收割，晒后脱粒，黄绿茎叶可用来喂畜禽。如作青饲料种植，株行距可缩小为30×10厘米，一年割两三次。由于苋是C_4植物，故光合效率高，生长繁茂，一般每公顷可收获籽粒1.5～3吨，饲用苋的茎叶产量达75吨/公顷以上。

苋的营养价值较高，籽粒中蛋白质含量14～17%、赖氨酸含量0.92～1.02%，为小麦的2倍、玉米的3倍。粒用苋作食品的添加物可与小麦面粉共同制成面包、饼干等，可提高小麦制品的营养价值。河南民权酿酒厂用苋籽与大豆酿制成苋酱油，其色泽浓、味道美，无需加入其他色素。国外用籽粒苋作饼干、糕点、

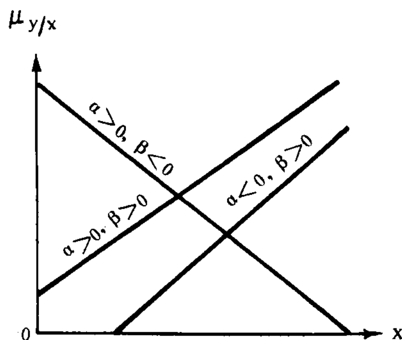
饴糖、杏仁软糖、蜜饯、面饼、玉米饼等食品已在市场上出售。苋的籽粒、茎叶皆可做畜禽饲料，其适口性好，特别宜于喂猪禽。营养丰富，茎含粗蛋白8.5%，粗纤维38.7%，粗脂肪1.80%，无氮浸出物35.30%，粗灰粉10%，磷0.17%，钙3.58%；叶含粗蛋白23.7%，粗纤维11.70%，粗脂肪4.70%，无氮浸出物32.40%，粗灰分17.6%，磷0.30%，钙2.31%。必需氨基酸种类比较齐全，籽粒含赖氨酸较高，对畜禽日粮的氨基酸平衡可起一定作用。菜用苋是中国南方的夏令叶菜，每年4月至11月均有供应。尼日利亚南部地区苋菜占蔬菜市场供应量的50～80%。

（洪绂曾　岳绍先）

线性回归 (linear regression)　处理依变数y随自变数x的改变而呈线性改变的资料的统计方法。又称直线回归。设在x变数可能取值的区间内，其任一值上都分布着y变数的一个条件正态总体，即这些总体具有相同的方差$\sigma^2_{y/x}$，但平均数$\mu_{y/x}$则是以x的取值为条件，并随x的改变而呈线性改变，有其线性回归模型为：

$$\mu_{y/x}=\alpha+\beta x$$

式中　α是$x=0$时y条件总体的平均数，亦即直线在y轴上的截距，称为总体回归截距。β是x每增加一个单位量时，y条件总体平均数$\mu_{y/x}$将要增加（$\beta>0$）或减少（$\beta<0$）的单位量数，称为总体回归系数或斜率。下图绘出α和β不同取值时$\mu_{y/x}=\alpha+\beta x$在第Ⅰ象限的三种图象。



线性回归方程　$\mu_{y/x}=\alpha+\beta x$的图象

对y变数的每一个观察值y_i而言，尚具有随机误差ε_i，故其线性可加模型为：

$$y_i=\mu_{y/x}+\varepsilon_i=\alpha+\beta x+\varepsilon_i$$

而总体容量为N的方差则为：

$$\sigma^2_{y/x}=\sum_1^N \varepsilon_i^2/N=\sum_1^N(y_i-\mu_{y/x})^2/N$$

当资料是容量为n的样本时，相应的回归方程及其方差为：

$$\hat{y}=a+bx$$

$$s^2_{y/x}=\sum_1^n(y-\hat{y})^2/(n-2)$$

式中　$\hat{y}$、a和b依次为$\mu_{y/x}$、α和β的样本估值；$s^2_{y/x}$称离回归方差，为$\sigma^2_{y/x}$的样本估值。$s^2_{y/x}$的根值$s_{y/x}$称离回归标准误或估计标准误，其中的$\sum(y-\hat{y})^2$称离回归平方和。

根据回归的定义，上述统计数a和b需满足：

$$\sum_1^n(y-\hat{y})^2=\sum_1^n(y-a-bx)^2\text{为最小}$$

分别对a和b求偏导数，并令之为0后可解得：

$$a=\bar{y}-b\bar{x}$$

$$b=\frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2}$$

而离回归平方和则为：

$$\sum(y-\hat{y})^2=\sum(y-\bar{y})^2-\frac{[\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})]^2}{\sum(x-\bar{x})^2}$$

以上的$\bar{x}$和$\bar{y}$分别为x和y变数的样本平均数。

一个样本的线性回归方程是否属真，即其总体的y变数是否确实随x的改变而呈线性改变，需要经过统计假设测验，以提供概率保证。所作假设为$H_0:\beta=0$（即总体无线性回归关系），$H_A:\beta\neq0$（现有样本属于有线性回归关系的总体）。这可由F或测验作出。在应用F测验时：

$$F=\frac{[\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})]^2/\sum(x-\bar{x})^2}{s^2_{y/x}}$$

该F值具自由度$\nu_1=1$，$\nu_2=(n-2)$。在应用t测验时

$$t=\frac{b\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2}}{s_{y/x}}$$

该t值具自由度（$n-2$）。只有在所得$F>F_{0.05}$或$|t|>t_{0.05}$时，才能否定H_0，推断y和x是有显著线性关系。

线性回归方程在描述y依x的关系和由x预测y方面，已有相当广泛的应用。但农作物试验研究中的大量线性回归问题，都是在x变数可能取值的某一区间内，y依x的数量关系近似于线性，完全符合线性回归模型的事例是很罕见的。因此，即使所得的样本线性回归方程为极显著，一般也只能在x变数的观察区间之内应用，不宜外推。　（莫惠栋）

线性可加模型 (linear additive model)　观察值为几个原因分量的总和时的数学表达式，简称线性模型。试验数据常见的线性模型如下：

试验数据类型	线性模型
完全随机的观察值	$x_i=\mu+\varepsilon_i$
单向分组重复观察值	$x_{ij}=\mu+\alpha_i+\varepsilon_{ij}$
两因素交叉式单独观察值	$x_{ij}=\mu+\alpha_i+\beta_j+\varepsilon_{ij}$
两因素交叉式重复观察值	$x_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_j+(\alpha\beta)_{ij}+\varepsilon_{ijk}$
两因素分枝式重复观察值	$x_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_{ij}+\varepsilon_{ijk}$

上列诸式中 ε为误差分量，通常假定是一随机的独立成分，以平均数为0，方差为σ^2而呈正态分布，记作$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$；$\alpha_i$和$\beta_j$分别为试验因素$A$和$B$的效应；$(\alpha\beta)_{ij}$为$A$、$B$两因素的互作效应；$\beta_{ij}$为$A$因素内$B$因素的效应。若$A$因素的各水平组成一个有限总体，则其效应称为固定模型或模型Ⅰ，其限制条件为$\sum\alpha_i=0$。若A因素的各水平为A总体中的一个随机样本，则其效应称为随机模型，或模型Ⅱ，其限制条件为$\alpha_i \sim N(0, \sigma_A^2)$。在多因素试验中，除误差外，如若各因素的效应均为模型Ⅰ，则整个线性模型便为固定模型；若各因素的效应均为模型Ⅱ，则整个线性模型为随机模型；若其中一些因素为模型Ⅰ，一些为模型Ⅱ，则整个线性模型便为混合模型。

以随机区组试验（二因素交叉式单独观察值）为例，若A为试验因素，B为区组因素，则其线性模型为上表第三式。

若限制条件为$\sum\alpha_i=0$，$\sum\beta_j=0$，$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$，这时处理为"固定"，区组为固定，误差为随机，整个线性模型为固定模型。

若限制条件为$\alpha_i \sim N(0, \sigma_A^2)$ $\beta_j \sim N(0, \sigma_B^2)$，$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$，则处理为随机，区组为随机，误差为随机，整个线性模型为随机模型。

若限制条件为$\sum\alpha_i=0$，$\beta_j \sim N(0, \sigma_B^2)$，$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$或$\alpha_i \sim N(0, \sigma_A^2)$，$\sum\beta_j=0$，$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$，则整个线性模型为混合模型。

又若用随机区组设计进行两因素试验，则连区组因素在内，其线性模型实际上包括三个因素：

$x_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_j+(\alpha\beta)_{ij}+\gamma_k+\varepsilon_{ijk}$，$\gamma_k$为区组效应。其区组及误差的限制条件分别为$\sum\gamma_k=0$或$\gamma_k \sim N(0, \sigma_R^2)$及$\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$；试验因素的限制条件有以下几种情况：

①$\sum\alpha_i=0$，$\sum\beta_j=0$，$\sum(\alpha\beta)_{ij}=0$；

②$\alpha_i \sim N(0, \sigma_A^2)$，$\sum\beta_j=0$，$(\alpha\beta)_{ij} \sim N(0, \sigma_{AB}^2)$；

③$\sum\alpha_i=0$，$\beta_j \sim N(0, \sigma_B^2)$，$(\alpha\beta)_{ij} \sim N(0, \sigma_{AB}^2)$；

④$\alpha_i \sim N(0, \sigma_A^2)$，$\beta_j \sim N(0, \sigma_B^2)$，$(\alpha\beta)_{ij} \sim N(0, \sigma_{AB}^2)$。

因而若只考虑试验因素的模型，则①为固定模型，②与③为混合模型，④为随机模型。

一个试验的线性模型决定了试验数据的方差分析方法，也决定了各变因均方所估计的期望均方组成（见**期望均方**）。要正确地分析试验数据，必须采用符合数据实际情况的线性模型。若实际试验资料与所定线性模型不符，则方差分析时将不能得出确切的结论，尤其在误差项性质上若与模型不符，将不能做出正确的显著性测验。这时需对数据采取补救措施或转换尺度后再行分析（见**方差分析**）。 （盖钧镒）

线性相关系数 (linear correlation coefficient) 表示两个变数线性相关方向及程度的统计数或参数。又叫直线相关系数，简称相关系数。样本和总体的相关系数通常以r和ρ表示，其计算公式为：

$$r=\frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2\cdot\sum(y-\bar{y})^2}}$$

$$\rho=\frac{\sum(x-\mu_x)(y-\mu_y)}{\sqrt{\sum(x-\mu_x)^2\cdot\sum(y-\mu_y)^2}}$$

式中 $\bar{x}$与$\bar{y}$分别为x和y变数的样本均数，μ_x和μ_y分别为x和y变数的总体平均数。r是ρ的样本估计数。

ρ的取值区间是$[-1, 1]$，ρ的绝对值愈接近于1，表示x、y两个变数间线性相关的程度愈密切。当ρ为正值时，表示x、y两个变数间为正相关；当ρ为负值时，表示x、y两变数间为负相关。在$\rho=0$时，x、y两个变数完全没有线性**相关关系**，但不能否定有其它非线性相关关系。

相关系数r是否显著，需进行显著性测验。一般采用t测验法，测定实际r值来自$\rho=0$总体的概率。这里假设$H_0:\rho=0$，$H_A:\rho\neq0$。按公式

$$t=\frac{r}{s_r}$$

式中 $s_r=\sqrt{(1-r^2)/(n-2)}$为相关系数标准误。在$\rho=0$时，上式的t遵循自由度$\nu=n-2$（n为成对数目）的t分布。故查t表即可判定r来自$\rho=0$总体的概率。但在实际测验时，不必计算s_r与t值，可直接查相关系数临界值表。该表是将上述t公式移项，给出了不同自由度ν下给定显著水平α的临界r值。若所得$|r|$大于表列的r_α值，即可在α水平上否定H_0，而接受H_A。

（翟婉萱）

相关比率 (correlation ratio) 在用相关表计算时，测定两个非线性相关变数的相关程度的统计数，以η表示。设一相关表的x变数分为k组，每组次数为f_x；y变数分为j组，每组次数为f_y；总次数为$\sum_1^k f_x=\sum_1^j f_y=n$。在计算$\eta$时，先算出每一$x$组内$y$变数的平均数$\bar{y}_x$和总平均数$\bar{y}$；即可得到$y$依$x$的相关比率为：

$$\eta_{y/x}=\sqrt{\sum_1^k f_x(\bar{y}_x-\bar{y})^2\Big/\sum_1^j f_y(y-\bar{y})^2}$$

同理，可得x依y的相关比率为：

$$\eta_{x/y}=\sqrt{\sum_1^j f_y(\bar{x}_y-\bar{x})^2\Big/\sum_1^k f_x(x-\bar{x})^2}$$

相关比率的性质：①η的取值区间是$[0, 1]$。②除$\eta=0$或1外，$\eta_{y/x}\neq\eta_{x/y}$。③在x与y呈非线性相关时，η大于由同一资料计算的线性相关系数r的绝对值；但当x与y呈线性相关时，$\eta=|r|$，且y依x的和x依y的η值相等。所以，η与r绝对值的差数大小可以作为测验回归直线性的依据，差数越大，表示回归是非直线式的；

反之，则是直线趋势。

η 的显著性可采用F测验：

$$F=\frac{(n-k)}{(k-1)}\cdot\frac{\eta^2}{(1-\eta^2)} \qquad (\text{对于}\ \eta_{y/x})$$

此时，F的自由度为$\nu_1=(k-1)$，$\nu_2=(n-k)$。或

$$F=\frac{(n-j)}{(j-1)}\cdot\frac{\eta^2}{(1-\eta^2)} \qquad (\text{对于}\ \eta_{x/y})$$

此时，F的自由度为$\nu_1=(j-1)$，$\nu_2=(n-j)$。

（翟婉萱）

相关分析 (correlation analysis) 测定两个或两个以上随机变数的相关性质、程度及其显著性的统计方法。在x和y两个变数中，如果一个变数的任一变量x_i，虽然没有另一个变数的某一确定数值y_i与之对应，却有一个特定的y_i的条件概率分布与之对应，则称x和y具有相关关系。相关关系不一定是因果关系，而常常可能是受另一个或几个变数的影响，表现出一定程度的偕同变异。因而通常不分自变数与依变数。在生物学和农学研究中，变数间的相关关系普遍存在，例如作物叶面积指数和产量的关系，大豆籽粒中脂肪与蛋白质含量的关系等。相关分析的目的是测定两变数间的数量关系上的性质、方向和密切程度，也可作为回归显著性的一个指标。

相关的主要类别：①线性相关（直线相关）和非线性相关（曲线相关），用于只包含两个变数的数量资料。②复线性相关，偏相关和复非线性相关（多元曲线相关），用于包含三个或三个以上变数的数量资料。③等级相关，用于x、y两变数均以等级表示的数量或质量资料。④性质相关，用于x、y两变数不以等级表示的质量资料。

（翟婉萱）

相关指数 (correlation index) 表示两个变数间非线性关系密切程度的统计数。在二者呈现多项式关系时，该值就是k次多项式的回归平方和占总变异平方和的比率的根值。以R_K表示。其计算公式为：

$$R_K=\sqrt{U_K/\sum(y-\bar{y})^2}=\sqrt{1-Q_K/\sum(y-\bar{y})^2}$$

式中 U_K和Q_K分别为k次多项式的回归和离回归平方和，$\sum(y-\bar{y})^2$为y的总变异平方和。

相关指数的性质：①R_K的取值区间是[0，1]，只说明相关程度，不表示相关方向。R_K值愈接近1，表示多项式相关愈密切。②上式的R_K是y依x的多项式相关指数；若为x依y，则由同一资料所得R_K值不相同。③在x、y两变数间呈非线性相关时，R_K值大于用同一资料计算的线性相关系数$|r|$；但当x、y呈线性相关时，$R_K=|r|$（这时$k=1$）。

相关指数的显著性可用F测验：

$$F=\frac{R_K^2(n-k-1)}{k(1-R_K^2)}$$

该F值的自由度$\nu_1=k$，$\nu_2=(n-k-1)$。但也可按自由度$\nu=n-k-1$直接查相关系数临界值表，确定其是否显著。R_K的显著性一定和K次多项式总回归的显著性一致。和线性相关相同，$R_K^2=U_K/\sum(y-\bar{y})^2$ 是K次多项式决定系数，它是多项式回归平方和占总变异平方和的比率。

（翟婉萱）

香稻 (fragrant rice) 具有强烈香味的稻品种，籼型或粳型均有。通常的香稻除根部外，其茎、叶、花、果实一般都能产生香味，但各器官香味浓淡时有不同。香味浓淡在香稻品种间甚至同一香稻品种的植株间也时有差异；当一个香稻品种变换特定种植地点后也往往会使香味有所变化。由于香稻米在蒸煮时能散发出诱人的香味，米质也好，因而受到人们的喜爱。在国际稻米市场上，著名的带香味的优质米有巴斯玛蒂（Basmati）370等；在中国地方品种中有太湖流域的香粳晚，陕西省城固的香米，云南省的香紫糯以及广西壮族自治区的有芒香糯等。但这些品种都是高秆类型，易倒伏，产量低。国内外已开展了选育株型良好的香稻品种的工作。

化学家已测定出米饭香味的主要物质为2-乙酰-1-吡咯啉，但这并非是米饭中的唯一挥发性物质。同时，不同香稻品种的香味特质又非全然相同。因之对产生香味的化学物质尚待进一步深入研究。香味测定方法（见**稻米品质**）。

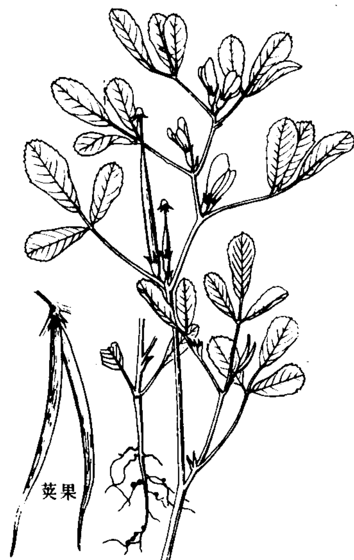
有些学者曾对香味的遗传进行研究，一般认为当无香味与有香味品种杂交时，杂种第1代表现为有香味，但第2代出现3:1；9:7；27:37；81:175等种种分离形式，因之也就形成了不同的遗传解释。

（闵绍楷）

香豆子 (fenugreek) 豆科胡芦巴属中的一个种，学名*Trigonella foenum-graecum* L.，一年生草本植物。又名胡芦巴、香草儿、雪莎（藏语）。是优良的速生绿肥和饲料作物。原产欧洲南部和非洲北部、亚洲中部。在中国西藏、新疆、甘肃、青海、陕西等省（自治区）栽培利用时间较长，主要作饲料，也可作香料和药用作物。20世纪50年代，华北和东北地区开始用为绿肥并曾推广至江淮流域。

根系多分布在30厘米左右土层内，着生根瘤，茎直立，有分枝，三出复叶，中间小叶倒卵形或纺锤形，先端钝圆，近顶部有锯齿，两面有稀疏柔毛，侧生小叶略小。花较小，无梗，黄白色，有香味，1朵或2朵生于叶腋。荚果条状圆筒形，具有明显纵网脉。种子多数长棱形，黄色或棕色，不光滑，有香味，千粒重10克左右（见图）。

适宜凉爽地区栽培，喜肥沃、潮湿、排水良好的土壤，不耐旱，也不耐盐碱和积水，怕高温。在中国北方作春绿肥用，应早春顶凌播种，夏季凉爽，可以夏播，冬前压青；在南方是9月中旬至10月上旬播种，作越冬绿肥。压青用，每公顷播种60～75千克。撒播、条播或机播皆可。条播行距15～20厘米，播深5厘米左右。生长期间需水较多，天旱时应及时灌水。



香豆子

鲜草含水85%左右，N 0.47%，P_2O_5 0.17%，K_2O 0.5%左右，作绿肥用，宜于盛花期翻压，压青后要注意防旱保墒。风干植株含粗蛋白质19.5%左右，粗脂肪2.2%，粗纤维34.3%，无氮浸出物33.2%，灰分10.8%。是较好的饲草。茎叶及种子均含芳香油，可用于轻工业原料。（孙传芳）

香料烟 (aromatic tobacco)　**烟草**类型之一。又称土耳其烟（Turkish tobacco）或东方型烟(Oriental tobacco)。叶片小，具有特殊芳香气味，燃烧性好、填充力强，尼古丁含量适中，含氮化合物较烤烟高，含糖较烤烟低。是晒烟型卷烟的主要原料，也是混合型卷烟和斗烟的调香原料。香料烟的特征是由其品种，生态条件，栽培、调制方法综合作用形成的。

香料烟约于16世纪60年代起源于地中海沿岸。20世纪20年代开始用香料烟与其它类型**烟叶**配制成卷烟后，香料烟生产在地中海、爱琴海、黑海沿岸迅速发展。1982年占世界烟叶总产量的13.4%。主要产于苏联、土耳其、保加利亚、希腊、南斯拉夫等国。1952年引进中国浙江省新昌县种植，1982年种植面积近900公顷，总产1 200吨。

香料烟属普通烟草种。植株瘦小为筒形，叶片多而小，是烟草中叶片最小的一种。叶卵圆形或心脏形，有柄和无柄。在近东产区品种繁多，其中沙姆逊(Samsun)、司美娜(Smyrna)两个**品种**已**引种**到非洲、美洲和亚洲。中国新昌种的沙姆逊，株高110～130厘米，叶28～34片，心脏形，有柄。香料烟的芳香气味与叶片的腺毛数量成正相关，密度大，香味浓。腺毛的数量，因品种的株高、熟期和叶片数而异。一般晚熟品种比早熟品种多，植株高的比植株矮的多，叶片多的比叶片少的多，叶小比叶大的多。叶片小而厚的品质好，尤以顶叶品质最佳。有些叶片略大，香气量少的品种称为半香料型烟。

香料烟适于较干旱的环境条件。旺长期和成熟时期需要较高温度，以利叶香气的形成。冷凉潮湿多雨，则叶大而薄，香气淡，适宜种在土层较薄，有机质少，氮素含量低，磷钾较多的坡地土壤上，尤以表层为砂质土壤品质为好。

大田生长期105～120天，每公顷栽9万～15万株，多为畦栽，以基肥为主，辅以追肥，控制施氮量，配合施用磷钾肥。后期追肥降低香气，影响燃烧性，栽后应及时培土和防治病虫害，打顶会使香气变淡，故香料烟不打顶。分次采收成熟叶片，采下叶片用细线绳穿起，挂在晾房内，使烟叶逐渐失水变黄，中下部叶约需晾2～3天，上部叶需晾4～6天。当叶身柔软，叶基及叶缘下垂，半片叶子变黄时，即可将烟叶连绳拉至晒场曝制，第一、二天中午日光强烈时，最好暂拉入房内，以防灼伤叶片，出现青烟。一般10～15天可完全晒干。回潮后带绳卷成小束，贮藏在干燥处，并覆盖，以防受潮变质。（朿鸿烈）

香茅 (citronella grass)　禾本科香茅属作物，学名*Cymbopogon* Spreng多年生宿根草本热带香料植物。本属有120种和变种。世界主要栽培品种有爪哇香茅*Cymbopogon wintorianus* Jowitt. 和锡兰香茅*C. nardus* Rondle。爪哇香茅亦称马哈潘基里（Mahapangiri），出油率1.2～1.4%，总醇量80～90%；锡兰香茅亦称连拿巴图潘基里（Lonabatupangiri），出油率0.37～0.4%，总醇量55～65%，故世界热带国家多种植爪哇香茅。从叶片蒸出的香茅油是世界重要的香料油之一，主要成分为香草醛、香叶醇、香草醇，广泛用于配制香皂、香精、香水、牙膏等日用化工品。香草醛经加工制成羟基香草醛、柠檬醛等，可作食品香料。香茅油还具有杀菌、消炎、舒筋、活络、止痛等功效。原产东南亚热带区，现已分布于 24°N～23°S之间。主产中国、印度尼西亚、危地马拉、斯里兰卡、印度等国家。1921年引入中国台湾试种，1935年传入广东，随后广种于广西、云南、福建等省（自治区），1966栽培面积达6.6万公顷。20世纪60年代后期，国际市场香茅油销量为5 500～6 500吨，1969年中国出口香茅油4 000吨，创历史最高水平。20世纪80年代初世界香茅油产量为4 000～6 000吨，其中中国约产3 000吨，印度尼西亚约1 500吨，其他国家约1 000吨。

香茅植株分蘖性强，丛生，高60～150厘米。节明显，每节生叶一片，节上生不定根。叶片带状，长60～100厘米，宽1.5～3.1厘米。叶舌膜质，长2～4毫米，无毛。复生圆锥花序。无柄小穗具两性花，有性

小穗仅具雄花。爪哇型叶片比锡兰型长而宽，根系较浅(见图)。

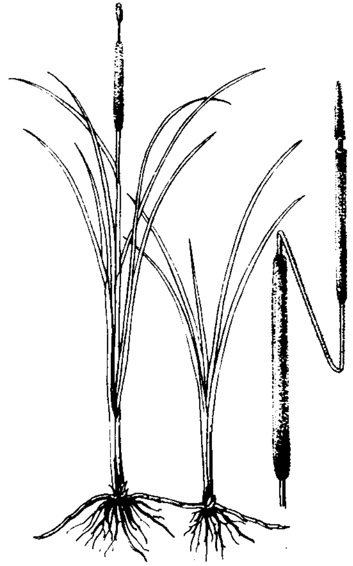


爪 哇 香 茅

喜高温潮湿、阳光充足的环境，温度25～29℃，年雨量1 300～1 800毫米，相对湿度80～85%，深厚、肥沃、排水良好的砂壤土最为适宜。耐旱，忌积水。以海拔700米以下的缓坡地或平原静风环境为好。在印度可种到海拔900米的山地。气温降至3℃以下，叶尖开始受害。宜选择地形开阔的平地种植。坡度超过5°时宜修梯田，常风大的地区要设置防护林，每个方格4～5公顷。前作以甘薯、花生为好，旱稻地不宜种植。香茅不宜连种。采用1.5～2年生无病、健壮母株分株繁殖。植距70～90厘米，施足基肥，早春雨天定植。每穴2～3苗，盖土踩实，盖草。种后及时补苗，分蘖时，适时中耕、除草、追肥、培土。旱季要灌溉。主要病害为叶枯病 *Curvalaria andropogonis*，为害最为严重，可造成大量枯叶，降低产油率。防治方法是缩短叶期、清除、烧毁病死枯叶，喷施1%波尔多液。主要害虫为蓟马 *Thrips hololeuous*，为害心叶，引起心枯。防治方法是清除枯心并烧毁。种后6个月开始割叶. 种植当年割2～3次，2年生以上割4～5次，可连续割4～5年。平均每公顷产鲜草11～15吨。加工方法有三种：水中蒸馏，出油率0.8%；水上蒸馏，出油率1～1.2%；蒸汽蒸馏，出油率1.2～1.4%。 （丁慎言）

香蒲 (cattail)　香蒲科香蒲属作物，学名 *Typha* L.，多年生草本植物，纤维用作物。别名蒲黄和蒲草。香蒲是制造人造棉和纸张的原料。叶和假茎分别是编织蒲包及蒲席的原料，白嫩的假茎和根状茎可作蔬菜，蒲黄入药。栽培供编织原料的有长苞香蒲 *Typha angustata* Bory et Chaub. 和水烛香蒲 *Typha angustifolia* L.两种。香蒲起源于中国。

一般株高1.5～2.5米，须根，具有地上假茎和地下根状茎。假茎由各叶鞘分层抱合而成，白色扁圆柱形，直径约2厘米；其基部密集节上的腋芽，经萌发长成根状茎而匍匐于表土层，长30～60厘米；顶芽是繁殖新株的母体。叶着生在假茎基部，色绿质柔，鞘长40～70厘米，单株着生6～13片叶。长苞香蒲叶片为宽条形，宽约1.5厘米；水烛香蒲叶片为狭条形，宽 0.5～0.8厘米。花顶生，圆筒状肉穗花序，雌花在其下部，雄花在其上部，两者相互接近，其形状似蜡烛，又称蒲槌(见图)。花粉黄色，故称蒲黄。



香 蒲

香蒲是水生宿根作物，生长过程需水较多。对气温反应敏感，秋季蒲株地上部逐渐枯黄，但根状茎的顶芽转入休眠越冬，待翌年气温适宜时再萌发。整个生育期划分为萌发、分株和抽薹开花三个时期。萌芽时期要求气温最低为10℃，达到15℃时有利于蒲芽生长；分株时期是指各母株基部密集节上腋芽的萌发与生长，一般每个母株当年可繁殖5～10个分株；抽薹开花与分株不是截然分开的，蒲田在分株时期已有部分蒲株进入抽薹开花。

栽培香蒲系采用无性繁殖。栽前从蒲田中选挖假茎较粗、叶片较宽、呈葱绿色有光泽、生长健壮、带部分根和根状茎的蒲苗作种苗。气温在20℃左右栽植易成活，且生长也较快，当年产量也比较高。栽植的株行距为50×50厘米或65×65厘米。栽植时水层浅的要深植，以将苗根全部入土为宜；水层较深的，要挖穴扶苗壅土稳根，但苗叶要露出水面，否则蒲苗会因缺氧而闷死。栽后要使蒲田保持浅水层，有利于蒲芽的萌发和分株。整个生育期间不能缺水受旱，以免蒲株过早抽薹开花。各时期的水层，要随着蒲株生长而逐渐增加，以不淹没大多数蒲株的假茎为度，即使遇上短期洪水，也不能淹没，应迅速排洪降低水位。除草对分株生长有重要关系，要早除和除净。在栽后半个月要将已腐烂的草肥撒入行间；当蒲株黄瘦并大量抽薹开花时，应在小暑前割除花穗，抑制生殖生长，同

时追施氮素肥料，促进营养生长。多数蒲株生长停止，叶色深绿老健且组织已充实时，即为收割适期。收割过早或过迟都影响蒲叶质量，不利编织加工。为利于蒲株宿根再生，要选择晴天和蒲株上没有露水时进行收割，收割高度要按照留下大部分蒲株假茎的要求，做到“齐包斩叶”。新植蒲田第一年一般每公顷收干蒲1 500～2 250千克；第二年可增加一倍；第三年达到最高约5 300～6 000千克。以后由于蒲株逐年衰老以及土壤肥力下降，产量也逐年下降，到第五年或第六年要进行更新。（李林生）

香叶天竺葵 (rose geranium)　牻牛儿苗科天竺葵属中主要栽培种，学名 *Pelargonium geraniaceae* L' Hérit.，多年生芳香性的草本经济植物。

香叶天竺葵油的主要成分为香叶醇、香茅醇、芳樟醇（沉香醇）和苯乙醇等，可以作为玫瑰油的代用品，用以调制香精作为食品、香皂和牙膏等的添加剂。和其它香精油的配方有300多种。

香叶天竺葵起源于南非洲，主产地为非洲留尼汪岛，其次为苏联、摩洛哥和阿尔及利亚，但以栽培粉色香叶天竺葵 *P. roseum* Willd.为主。中国在20世纪初少量引种香叶天竺葵作为盆栽观赏植物，1949年后始作生产性栽培，主产于云南、四川及上海等地。中国少量引种的其它种类除也有粉色香叶天竺葵外，还有一种葡萄叶香叶天竺葵 *P. vittifolium* L' H'érit.。

株高可达1.5～2米。茎基部带木质化，全株有柔毛和腺毛。叶柄长，叶片心脏卵圆形，有5～7掌状深裂，边缘有不规则的羽状齿裂。伞形花序，花梗长，花红色或淡紫色，4～5月开花（见图）。染色体数2n＝90。


香叶天竺葵

香叶天竺葵属喜暖植物，冬季不耐低温。性虽耐旱，但在生产栽培时需要较多的土壤水分及较高的空气湿度，适宜于疏松、肥沃和透水性良好的土壤，能耐弱碱土，但不适于酸性土。栽培时应选用优良品种的无性系，用扦插法繁殖。在冬季不能露地栽培香叶天竺葵的地方，可以作为一年生植物栽培，即在上一年冬季在温室或温床内育苗，选择长约15厘米发育健壮的成熟新枝作为插条，留顶叶1～2片，容易生根。次年早霜过后将插活苗定植露地，株行距50～60厘米。生长期中宜施用有机肥和硫酸铵、过磷酸钙、钾盐，并应注意防治蚜虫和红蜘蛛为害。每年6月至10月中旬各可收割一次，多者可收3～4次，得油率约为0.1～0.2%。

（盛诚桂）

向日葵 (sunflower)　菊科向日葵属作物，学名 *Helianthus* L.，属内约有67个种，主要栽培种*H. annus* L.，为二倍体（2n＝34），一年生草本油料作物。因花盘有向日性而得名。又名转日莲、向阳花、葵花。种子含油量高，油质好，主要用于榨油，也可嗑食。副产品是食品、医药、轻工业的原料，也可做饲料。

起源和栽培史　向日葵起源于北美洲。公元前3000年左右，在美国的亚利桑那州和新墨西哥州就有人工种植的向日葵。16世纪初，由西班牙探险者引入欧洲，种植在马德里植物园，作为花卉观赏，植株分枝少，落粒少。1716年英国人A. 布尼安（Bunyan）首次从种子中提取油脂成功，获得了英国的《向日葵油提取法》专利权。18世纪初，由荷兰传入俄国。19世纪中叶，开始作为油料作物大面积栽培。俄国的栽培面积逐渐增加，此后培育出地方良种，促进其他国家向日葵生产的发展。通过选种，分枝和落粒性消失，花盘变大，果皮变薄而坚实，子实含油量提高，成为油用或食用型品种。20世纪60年代以后世界向日葵种植面积有了迅速发展。

向日葵约在16世纪末或17世纪初传入中国。早在明朝天启元年（1621年）的王象晋著《群芳谱》中已有记载，称为西番菊或迎阳花。1688年清陈扶摇著《花镜》中，初见向日葵之名。以后又有关于向日葵栽培、榨油、药用等记述。但长期以来，主要作为观赏植物或干果食用作物而零星种植。1956年从苏联、匈牙利等国引入油用型向日葵以后，开始作为油料作物栽培。

生产概况　向日葵适应性强，分布广泛。世界有40多个国家种植。据1984年统计，全世界种植面积1 343.1万公顷，总产量1 594.1万吨，单产1 187千克/公顷。其中苏联种植390.7万公顷，总产量450万吨，占世界总面积和总产量的29.1%和28.2%；其次是阿根廷、美国、中国、西班牙、土耳其、罗马尼亚和法国，1984年种植面积均在50万公顷以上。法国每公顷产量达到1 984千克（见下页表）。

中国向日葵分布在23°N～50°N。全国栽培面积较大的有20个省、市（自治区）。1984年统计，总面积达到101.29万公顷，总产量170.4万吨，单产1 680千克/公顷。其中，吉林省面积最大，为24.03万公顷，占全国总面积23.7%，其次是内蒙古自治区，为21.47万公顷，占21.2%。主要分为五个产区：①东北、内蒙古区。主要包括东北、内蒙古自治区，面积约71.1万公顷，总产量126.1万吨，占全国总面积和总产量的70.2%和74.0%，是中国的主产区，以一季春播为主。只在辽

世界向日葵主产国面积和产量(1984)

国　　别	面　　积 (kha)	单　　产 (kg/ha)	总　　产 (kt)
苏　　联	3 907	1 152	4 500
阿 根 廷	1 989	1 106	2 200*
美　　国	1 494	1 137	1 699
中　　国	(1 013)	(1 680)	(1 704)
西 班 牙	1 002	1 966	968
土 耳 其	565	257	710
罗马尼亚	515	1 728	890*
法　　国	504	1 984	1 000
世界合计	13 431	1 187	15 941

注：摘自1984 FAO Production Yearbook. *非官方数字，中国括号内数字摘自《中国农业年鉴》1985。

宁省的中、南部有夏播复种。②华北区。主要包括河北省的东部和北部，京津地区，山西省中、北部和山东省北部，面积约19.0万公顷，总产量28.2万吨，占全国总面积和总产量的18.8%和16.5%。本区有一季春播，也有夏播复种。③新疆区。面积约6.6万公顷，总产量9.4万吨，占全国总面积和总产量的6.5%和5.5%。本区为一季春播。④黄河河套区。包括甘肃省张掖地区、宁夏回族自治区北部和陕西省，面积约2.3万公顷，总产量5.1万吨，占全国总面积和总产量的 2.3%和3.0%。本区为一季春播。⑤云贵高原区。包括云南、贵州和四川省，面积约1.5万公顷，总产量1.6万吨，占全国总面积和总产量的1.5%和0.9%。

形态特征

根　直根系。主根入土一般1～2米，有的达3米以上。侧根斜向生长，分布1米左右，大部分根系在0～40厘米土层内。当茎秆高5厘米左右时，主根已入土14～30厘米(见图1)。在现蕾期(花蕾直径1厘米)前，主根的生长速度显著超过茎秆的生长速度，开花期以后，根的生长速度逐渐减慢。

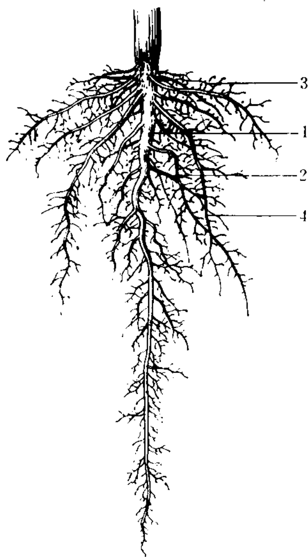


图 1　向日葵根系
1. 主根；2. 侧根；
3. 须根；4. 根毛

茎　胚茎呈绿色，淡紫色或紫色。茎绿色，成熟转黄。茎秆表面粗糙，被覆一层刚毛，由表皮、木质部和海绵状髓构成。株高一般为1～2.5米，有分枝和不分枝两种类型。

叶　分为子叶和真叶，茎下部3～4对真叶对生，往上呈螺旋状排列，叶片大，多呈心脏形，还有三角形、卵圆形和披针形(见图2)，叶端尖，叶缘缺刻或锯齿状，着生在叶柄上，叶面密生刺毛，覆有一层极薄的蜡质层。

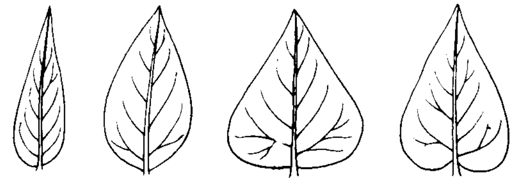
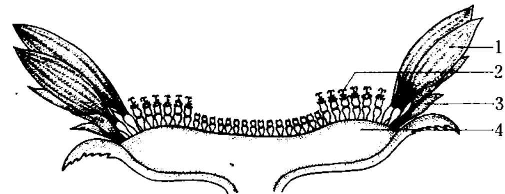


图 2　向日葵叶形

花　头状花序，顶生。习惯称花盘。周围有2～3层苞叶，花盘直径一般为20～30厘米，形状有凸起、凹下和平展等类型。边缘是舌状花，单性，有 1～3层，多呈黄色或橙黄色，花瓣较大，向内是管状两性花。1 000～1 500朵。每朵花有雄蕊5枚，雌蕊1枚。花冠5裂齿状，多为黄色或褐色(见图3)。有蜜腺。开花次序是由外缘向盘心逐渐开放，第一天开1～2圈，后每天开2～3圈，整个花盘开花时间多为7～10天。管状花凌晨开放，花冠破裂，雄蕊花丝生长加快，伸出花冠，约1～2小时后散粉，之后雌蕊伸出花粉管，柱头张开两裂呈羽状，接受花粉。花粉粒落到柱头上，在气温25～27℃、相对湿度75～85%时，通常5～10分钟就能发芽。柱头的生命在田间条件下可保持17天，但



头状花序纵切面

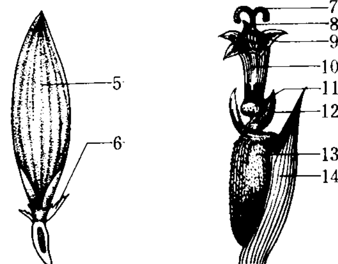


图 3　向日葵头状花序构造
1. 舌状花；2. 管状花；3、14. 苞叶；4. 花托；
5、10. 花冠；6. 冠毛；7. 柱头；8. 花柱；
9. 雄蕊；11. 蜜腺；12. 萼片；13. 子房

受精能力最强是开花后的2～3天。花粉粒呈球状，橙黄色，有刺。

果实 瘦果，习惯称种子。由果皮(皮壳)、种皮、子叶和胚组成。分食用、油用和中间三种类型(见图4)(见**向日葵种质资源**)。同一花盘上种子大小、形状和含油量不同。外围的较大，皮较厚，含油量较低；中心的较小，皮薄，含油量较高；中部的种子是本品种有代表性部分。



图4 向日葵种子类型

生物学特性 向日葵从出苗到成熟全生育期一般为80～130天，种子在4～5℃发芽。幼苗能忍耐短时间-6℃低温，在热带，又能忍耐40℃以上的高温。耐旱，也需水较多。制造1克干物质，要消耗469～569克水，种子发芽约需吸收种子本身重量56%的水分，从出苗至现蕾需水量占全生育期总需水量的20%左右；现蕾至开花结束，占全生育期总需水量的60%左右；开花结束到成熟，需水较少，占全生育期的20%左右。

性喜光，幼苗、花盘能随太阳旋转，直到管状花开放授粉，花盘渐重，才停止。在北半球，此时90%以上的花盘朝东南方向倾斜。花盘向光性的原因多数学者认为：茎秆顶端含有较多的生长素，太阳光照射时，生长素向背面横向运动，造成背光面生长素增多，细胞分裂和伸长加速，茎组织伸长，导致茎部顶端向光照方向弯曲，出现了花盘向阳运动。对土壤要求不严，除了低洼易涝或积水地块外，一般土壤均可种植。较耐盐碱，在全盐含量0.4%以下的土壤上能生长结实。向日葵一生需营养元素种类较多。但需要量大的是氮、磷、钾，对钾的需要量大多于其它作物。从出苗至现蕾对氮、磷、钾的需要量占全生育期总需要量分别为35%、20%和40%；从现蕾至开花为32%、33%和26%；从开花至成熟为33%、46%和34%。

成分与用途 向日葵种子含油量高，油质优良，营养价值高。油用种的子实含油率达50%以上，是大豆油的1～2倍，不饱和脂肪酸含量达47.9～76.4%，蛋白质含量达20%左右(见**向日葵油**)。榨油后的副产品饼粕、葵盘、皮壳、茎秆均有广泛用途(见**向日葵综合利用**)。

参考书目

Sarter, J.F., *Sunflower Science and Technology*, Madison, Wisconsin, 1978.

(王广仿)

向日葵病害 (sunflower diseases)

由细菌、真菌、病毒等病原微生物的侵染，造成对向日葵的为害。世界向日葵产区，普遍发生的病害有90多种，中国有20余种，猖獗的病害，常造成向日葵大面积植株枯死，产量大幅度下降，含油量和油的品质也明显降低。其中主要病害有菌核病、黑斑病、锈病、褐斑病、霜霉病等。

菌核病 *Sclerotinia sclerotiorum* 中国主要分布于黑龙江、吉林、辽宁、山西和内蒙古等省(自治区)。发生严重的地方发病率达50～80%，个别地块颗粒无收。感病植株常导致茎折、花盘及种仁腐烂，种子味苦，产量低，含油量少，油质差。菌核病发生有三种类型。立枯型：多发生在苗期，根系感病时，茎基部变褐，叶片凋萎，病茎腐烂，植株干枯；茎腐型：茎部感病，变褐腐烂，病区上部叶片凋萎，干枯，茎内形成菌核；盘腐型：葵盘变褐腐烂，组织破裂呈纤维状，上面形成菌核。以菌核在土壤内，病残体及种子内越冬，在土壤里的菌核可生活7年之久。一般在多雨、土壤潮湿、温度偏低及连作的条件下发病重。

黑斑病 *Alternaria helianthi* 主要分布于美洲、欧洲，中国东北，一般油用型向日葵发生较重，食用型发生较轻。大流行年份全株枯死，产量大幅度下降。病状在不同品种上表现多种病斑型，其典型病斑：初期叶片上产生黄色小点，渐变褐色，后病斑逐渐扩大，呈圆形或近圆形，黑褐色，中央具灰白色小圆点，边缘具黄绿晕圈，背面褐色，具同心轮纹，叶柄和茎上病斑呈圆形、棱形和不规则形黑褐色病斑，病菌在病残体内和种子上越冬。在温度25～30℃，相对湿度95%以上，产生大量分生孢子，借风传播，进行再侵染。防治方法：采取轮作、翻地和药剂防治。

锈病 *Puccinia helianthi* 分布于世界所有向日葵种植国，20世纪50年代以前，对向日葵生产为害极大，一般减产50%左右。1963年加拿大培育出抗锈品种，基本上控制了为害，但食用型品种在锈病大发生年仍然发生较重。锈病主要发生在叶片，表皮破裂，叶片枯死。在叶正面形成不规则圆形黄斑，病斑中褐色小点为性孢子器，叶背面病斑上黄色小突起为锈子腔，叶片上出现的黄褐色小疱，为夏孢子堆。夏末秋初形成大量黑色小疱为冬孢子堆。锈病菌以冬孢子在病残体上越冬，病菌随气流传播。

褐斑病 *Septoria helianthi* 在中国东北地区发生较重，严重时植株早期枯死，食用型品种发生较重。子叶上病斑圆形，淡褐色，凹陷；真叶上病斑圆形、多角形或不规则形褐色病斑，背面灰白色，周围有黄色晕环，病斑脱落，形成穿孔。病菌以分生孢子器在病残体内越冬，有时种子也可带菌。

霜霉病 *Plasmopara halstedii* 在世界各国是比较重要的病害。苏联、南斯拉夫、保加利亚、罗马尼

亚、匈牙利、美国、加拿大等国发生严重。一般减产10～20%，严重的减产70～90%。由于侵染时期和环境条件变化，症状表现不一：幼苗枯死，未出土即腐烂或出土后死亡；植株矮化，病株生长迟缓，矮小，节间短，叶片趋缩，花盘朝天上仰。病株上形成的分生孢子借风、雨再次扩散传播。霜霉病以卵孢子在病残体中、土壤和种子内越冬。低温多湿发病重。世界上已知有两个生理小种，美洲小种，流行于北美大陆；欧洲小种流行于欧洲大部向日葵种植区。

防治措施：主要采取轮作、选育抗病品种和药剂防治等。 （周安民）

向日葵虫害 (insect pests of sunflower) 向日葵从播种至收获，甚至在贮藏期间均能受到害虫的为害。常造成缺苗断垄，严重时甚至毁种。据记载，全世界向日葵害虫共有540多种，中国约有120余种。各向日葵产区较常见的有20余种，由于气候和区域的不同，其害虫种类，为害情况均有差异。

地下害虫 主要有细胸金针 *Agriotes fusicollis*、小地老虎、黄地老虎和白边地老虎。中国东北、华北、内蒙古等地为害较重。金针虫主要为害向日葵种子；地老虎危害根和幼茎，常造成缺苗。采用药剂拌种，对地老虎幼虫在三龄前进行药剂防治。

苗期害虫 主要有蒙古灰象甲 *Xylinophorus mongolicus*、黑绒金龟 *Maladera orientalis*、网目拟地甲 *Opatrum subaratum*。蒙古灰象甲为害多种作物和杂草，在中国东北地区以成虫和幼虫在土中越冬，2～3年1代，日平均气温10℃开始活动，20℃活动最盛。一穴中常有十几头成虫集中于幼苗根际周围，为害叶片，咬断幼茎；黑绒金龟每年发生1代，以成虫在土中越冬，白天潜伏于土中、午后及傍晚活动为害。在东北的西部地区发生较多，为害也较严重。常造成缺苗断垄。网目拟地甲1年1代，以成虫在土中或枯草下越冬，4月至5月为害幼苗；幼虫在土中为害种子及将要出土的嫩芽。对苗期害虫多采用有机磷农药拌种和在播种时施用药剂防治。

成株期害虫 主要有草地螟 *Coxostege sticticatis*、甘蓝夜蛾 *Barathra brassicae*、古毒蛾 *Orgyia antigua*、苜蓿夜蛾 *Chloridea dipsacea* 是为害向日葵叶部的主要害虫。草地螟在中国向日葵产区均有发生。尤其在东北、内蒙古、山西、甘肃等地发生较严重。严重地方在一株向日葵上有虫达百头。发生世代因地而异，1年2～4代，以幼虫做茧在土中越冬。成虫能远距离迁飞。在幼虫三龄前用菊酯类药剂防治。

子实期害虫 向日葵螟 *Homoeosoma nebulellam*、桃柱螟 *Dichocrocis punctiferalis*，中国吉林省中部有些地区被向日葵螟为害的子实达30%以上，严重时颗粒无收，有的地方停种。以幼虫为害子实，被害花盘遇雨后多发霉腐烂，影响产量和品质。20世纪80年代初培育出抗螟虫的向日葵杂交种应用于生产；桃柱螟分布于中国辽宁、河北、山东、陕西、河南省，一般为害不严重，河南省第4代幼虫为害向日葵较重。防治方法：种植抗虫品种，药剂防治。 （周安民）

向日葵授粉 (sunflower pollination) 向日葵雄蕊上的花粉传到雌蕊的柱头上。

向日葵是异花授粉作物，在正常天气情况下，因管状花的雌、雄蕊成熟时间不一致，以及生理上的不亲和性，难以授粉，结实率很低。主要通过蜜蜂等昆虫作媒介进行传粉，或采取人工辅助授粉来提高结实率，从而达到高产稳产的目的。

放蜂授粉是提高结实率的重要途径。有蜂源的产区，应在距离向日葵地100米的四周均匀地布放蜂箱，密度越大授粉效果越好。一般每1/3公顷布放一箱蜂。如蜂箱不足，距离过远应及时迁移、流动放蜂，蜂群活动均匀，授粉就普遍。

在蜂源缺乏的地方应及时进行人工辅助授粉，以提高结实率。授粉次数越多，效果越好。一般2～3次。第一次应在向日葵进入开花后2～3天进行，以后每隔3～4天授粉一次。授粉时间在上午露水消失后，即9～11点钟进行。这时花粉较多，生活力旺盛，授粉效果好，过早花粉易受露水粘结；过晚天气炎热，花粉生活力减弱。下午3点钟后，如有花粉也可以进行。授粉方法有：碰头法，此法易扭伤花盘，最好是用棉制圆形粉拍子，授粉时一手握拍，一手握花盘，顺垄挨株轻按轻拍，拍子上粘着大量花粉，又可使各株花粉互相传授，授粉效果好。 （初亚和）

向日葵盐碱地栽培 (sunflower culture on saline-alkali soils) 通过一系列耕作栽培技术措施，在含有一定量可溶性盐类的土地上种植向日葵。

向日葵较耐盐碱性土壤，在各国盐碱地区多有栽培。播种面积占世界第二位的阿根廷，向日葵基本上栽培在盐碱土上。中国约有近40%的向日葵种在盐碱土上，并且由于全国盐碱地面积多达2 000万公顷，大有发展潜力。向日葵不同品种耐盐能力，有很大差异，各盐碱地区生产上采用的品种一般可耐含盐量0.4%左右的土壤。一般食用种比油用种耐力强0.11～0.20%。

向日葵耐盐但非喜盐，在盐碱地上种植，要根据盐碱地的水盐运动特点，采取趋利避害的耕作栽培措施，以使向日葵获得较好的土壤条件而少受盐害，提高产量。盐碱地中盐运动的规律主要是"盐随水来，盐随水去"，一年中的变化为"春天返，夏天煞，秋天慢慢爬"，可见其危害作物的季节主要为春季，栽培向日葵关键措施是：

深耕 切断毛管，防止盐分积聚地表的主要措施，只有深耕，才能保苗。

围壕垦种 在内陆苏打盐碱土地区，对较低洼而肥沃的小盐碱化草甸土，在四周挖壕垒坝，深1米以上，可降壕内地下水位，从壕沟中随水排除部分盐分并防止壕外盐分流入。

连作与间作 向日葵有较强的耐盐力，它能①大量吸收土壤中的有害盐分氯和钠，收获后带出地外，从而减少土壤盐分；②大而繁茂的叶片遮荫地面，减少土壤蒸发，抑制返盐。收获后遗留在地里的根茬有机物较多，可增加土壤有机质，有一定改土作用，因此向日葵在盐碱地上连作、间作都有好的经济效益。连作两三年，原来种玉米不出苗的地便可以提高玉米的出苗率。也可采用豆科绿肥作物草木樨等和向日葵轮作、间作。白花、黄花草木樨也较耐盐碱，用草木樨压青改良盐碱土可大幅度脱盐，并改善土壤结构和物理性。间作的比例一般为向日葵与草木樨4:2或2:2。并于翌年进行轮作。

播种 ①选用耐盐品种。②进行种子耐盐锻炼，可用盐碱水浸种以增强种子对盐碱土的适应能力。或用淡水浸种以减轻种子在土壤盐溶液中吸水的困难。③避重就轻适期播种。春季返潮多把盐分积聚地表，而10厘米深的土层内含盐量却较少，可以扒开表土，在10厘米以下土层播种；垄作地区垄台上盐分较重，可在垄沟播种。需要早播抢墒种的地区，可深破垄台播种，覆土10厘米左右，待盐分积聚到种子上面的表土层时，于种子发芽后拖掉表土层。低洼湿地可适当推迟播种期，等到返盐后把多盐的表土翻入地下而在浅层播种。灌溉地区可用大水洗盐后进行播种。④由于盐碱地种子发芽率较低，要适当增大播种量，一般应增加50%以上。⑤足施种肥。要在多施有机肥作基肥的基础上，足施氮磷肥作种肥。磷肥以弱酸性过磷酸钙较好，可以降低种子层酸碱度，以利保苗，盐碱土上可不施钾肥。

田间管理 ①盐碱土干时变硬，在出苗时要防止地表板结，有条件的地方要进行浅灌水、喷灌或地膜覆盖，以保持地表湿润。无条件的地方要锄地松土，可大大提高出苗率。出苗后也要勤锄，以促进生长。②出苗后要及时疏苗，但定苗不宜过早，以防死苗。要多留些苗，保证一定种植密度。③灌水。生育期灌水要因地制宜。排水较好的地方，现蕾期前灌水可进行大水压碱，把盐分淋浇到深层，以利向日葵生长。排水不良的地方，则宜浅灌，防止盐分淋浇到根部，或积水死苗。 （李立宁）

向日葵油 (sunflower oil)

从向日葵子实中提取的油。又名葵籽油。油色纯正，清澄透明，气味芳香，是优质食用油。在苏联向日葵油占食用油的90%。向日葵油还可作调味油，制造人造奶油、乳酪等。工业上向日葵油作为涂饰油料，制造硬化油脂、油漆、印刷油、香料、肥料和蜡烛等。医药工业提取亚油酸制药。向日葵油的比重0.922～0.926，皂化价188～194，碘值120～140，折射率1.4663～1.4683，凝固点$-16\sim-18.5$℃。油的理化性质取决于它的脂肪酸组成。

向日葵油的主要成分是不饱和脂肪酸。含有亚油酸29.9～72%、油酸29.3～60.0%；硬脂酸1.7～3.9%、棕榈酸4.6～6.8%、山俞酸0.3～1.0%、亚麻酸0.2～0.5%，也含有少量的游离脂肪酸等。向日葵油的成分和含量与大豆、花生等主要食用油的成分和含量基本相似，但不饱和脂肪酸含量较大豆、花生油高。不饱和脂肪酸有助于人体发育和生理调节，能将沉积在肠壁上过多的胆固醇脱离下来，对于预防动脉硬化、高血压、冠心病有一定作用。

向日葵油脂中脂肪酸成分因种植地区不同而有差异，在温暖地区的向日葵油酸，含量高于寒冷地区，而亚油酸含量低于寒冷地区。 （初亚和）

向日葵育种 (sunflower breeding)

以向日葵种质资源为基础材料，通过遗传改良途径，选育具有丰产、高油、抗逆性强并适应一定地区种植的优良品种，供生产应用。

简史 世界各主要向日葵生产国都很重视向日葵育种工作。19世纪80年代，俄国农民就对向日葵植株的花盘、种子等进行系统选择，并选出一批地方农家品种。1912年开始在克鲁格里克、萨拉托夫和哈里科夫试验站，先后开始向日葵的品种选育。并于1912～1917年育成了新品种萨拉托夫169和克鲁格里克7等。苏联U.S.普斯托沃依特(Pustouoit,)20年代开始采用贮备法(半分法)育种。它使籽实含油率提高很快。1909～1913年生产上种植品种的籽实含油率为27～28%，到1967～1968年苏联种植品种籽实含油率达到45.7%以上。80年代种植的品种籽实含油率已达到52～53%。高产、高油、适应性广的品种派列多维克和夫尼姆克8931等在世界上有较大的种植面积。

美国、南斯拉夫、罗马尼亚、法国等国家，向日葵育种工作也发展较快，选出一些优良品种和杂交种如：NS-H-26RM(南)、H894(美)、索里姆82(Sorem82)(罗)、Elia(法)在生产上推广应用。

中国从50年代中期开展向日葵引种鉴定、系统选育和品种间杂交育种工作。通过在不同地区多点的引种鉴定试验，确定了匈牙利4号(基徐瓦尔达依)、夫尼姆克1646、草原人(日丹诺夫K-1483)等品种推广区域。吉林省白城地区农业科学研究所以匈牙利向日葵品种依列基为基础材料，于1962年育成了白葵3号品种；辽宁省农业科学院以罗马尼亚油用杂交种为基础

材料，于1979年育成了辽葵1号品种，成为辽宁省主栽油用品种之一。

育种目标　高产、高油、高蛋白、抗病、适应性强、适于机械收获的油用或食用型品种，是育种的总目标。因各地自然条件和生产条件不同，育种目标也有差异。中国油用种选育目标为籽实产量比推广品种增产10%以上，杂交种增产15%以上，籽实含油率40%以上，皮壳率30%以下，抗病虫；食用种籽实产量比推广品种增产10%以上，粒大、蛋白质含量高、抗锈病。

育种途径　向日葵育种主要途径是系统育种、贮备法育种和杂交育种，还可采用诱变育种。

系统育种　向日葵属异花授粉作物，异交率高，在选择中要控制自交中不能掺入其它花粉。又因随着自交代数增加，生活力下降，花盘变小、植株变矮，在选育中一般要自交授粉和混合授粉交替进行，直至性状稳定；也可采取混合选择方法，经一次或几次选择育成新品种。

贮备法育种　是一种选育高产、高油的有效方法，是国际上采用的主要方法。选育程序是：第一年，原始单株选择，在当地品种、品种间杂种的群体或后代的种植田中，在生育期间选择盘大、株高适中、抗病的优良单株1万～1.5万株，成熟时单收、单脱、室内分析皮壳率和籽实含油率，从中选出10%的综合性状好的单株种子。第二年选种圃鉴定，将上年入选的单株库存种子，每份取1/4左右，种植田间，生育期间田间鉴定、室内考种；另设抗病性鉴定圃，播种入选单株种子，鉴定对病害和列当的抗性，从中综合分析，选出20%优良株系。第三年对比鉴定圃，采用库存贮备种子中入选株系的一部分种子，生育期间进行田间鉴定，室内分析皮壳率和含油率。同时另设抗病性鉴定圃，综合分析，从中选出10～20个优良品系。第四年定向授粉圃，在库内贮备的种子中找出上年入选品系种子，种植在3 000米以上的空间隔离区内，开花前彻底拔除杂株，开花时自由授粉，成熟时单头收获，室内考种，从中选出皮壳率低、含油率高的单株，从一个品系中选出的优良单株种子混合在一起，供下年试验。第五年预备试验圃，播种定向授粉圃中入选品系的混合种子，种植田间。同时另设抗病性鉴定圃，进一步鉴定抗病性，从中选出更好的品系。第六年品系产量比较，播种上年入选优良品系种子，进行比较试验，再选出综合性状优良的品种参加区域试验，从中鉴定出优良品种。

杂交育种　主要有品种间杂交，杂交优势利用。品种间杂交是按育种目标，选择优良亲本杂交，然后对杂种各世代进行选择，从中选出优良品种。关键是亲本选择，要求亲本具有高产、抗病、含油量高；双亲性状要有差异，主要性状能互补。亲本之一最好是当地品种，以便得到适应性强的后代。后代选择一般采用**系谱法**　在F_2分离群体中，选择符合育种目标要求的优良单株，直至性状稳定。新品系进行产量比较和区域试验，选出优良品种。杂交授粉方法首先要根据父、母本的花期，调节播期，使花期相遇。开花时选株，当花盘舌状花刚要开时，父、母本都要套袋达到隔离目的。当母本管状花要开放时每天早晨5～6时人工去雄，一个花盘要进行3～4次，剩下的中间部分用刀削去。接着在每天上午9～10时人工授粉，进行2～3次。待管状花柱头凋萎后，取下套袋，防止霉烂。成熟时，按组合单收。向日葵杂种优势利用也是杂交育种工作的一方面，现在已在生产上广泛利用（见向日葵杂种优势利用）。

诱变育种　利用X、γ、β射线等物理因素或化学诱变剂处理种子等，从后代处理群体中选择优良突变个体，也可育成新品种。苏联育种家用X和γ射线处理向日葵干种子获得节间缩短、开花提前等类型。

参考书目

Дубинин, Н. П., *Ченетиеские Основы Селекции Растений*, Издательство Наука, 1971.

（王广仿）

向日葵原种生产 (seed production of sunflower)

生产向日葵**品种**或亲本原种种子的过程。先由选育单位提供原种，在繁殖基地按原种生产规程繁殖原种。

向日葵是典型虫媒异花授粉作物。天然异交率达95%以上，易造成生物学混杂。主要由蜜蜂传粉，蜜蜂一般可飞行1.5～3公里，因此要求远距离隔离。为了防止串粉、混杂，保持品种的种性；在原种生产过程中必须严格掌握如下生产环节：①**轮作**。连作病害发生严重，要求四年以上的轮作（见**向日葵栽培制度**）②隔离。要求与其它向日葵品种空间隔离5 000米以上。时间隔离，要求两个品种开花期错开30天以上。③**播种**。播种时间和密度要根据当地自然条件确定。不育系繁殖田的不育行与保持系种植比例是4∶2或如保持系花粉量大可达6∶2。为管理方便，在保持系行头种2～3米长的标记植物。④去杂去劣。在苗期根据胚茎色，结合间、定苗拔除杂苗；现蕾期根据株高、株型去掉优势的植株；在管状花开放之前，根据株型再进行一次去杂。此时开始要求每日上午7时左右，到不育系繁殖田检查，当不育行中散粉株或花药多时，用手扒开内有花粉的植株，割下花盘，用土埋上。收获时，根据花盘形状、倾斜度和粒色去掉杂盘。⑤辅助授粉。及时采用蜜蜂传粉或人工辅助授粉（见**向日葵授粉**）。⑥**收获**。成熟时（见**向日葵栽培**）及时收获。不育系繁殖田要先收保持系，后收不育系。不同品种、亲本要单收、单脱粒，晾晒后装袋，挂好标签入库、分

别存放。 （王广仿）

向日葵杂种优势利用 (utilization of heterosis in sunflower) 利用**向日葵细胞质雄性不育系**或**细胞核不育系**杂交产生的杂种一代，生长势、籽实产量及抗逆性等方面优于双亲，其中优于当地推广品种，经济效益高的杂种可应用于生产。

简史 1934年苏联首次发现**遗传雄性不育性**。1958年美国首先发现细胞质雄性不育系，但不育系与正常可育株杂交，后代不育率各异，育性不够稳定。1964年法国人P. 勒克莱尔格（Leclercq）育成了细胞核雄性不育系。法国和罗马尼亚等国先后育成了核不育杂交种，于70年代初推广应用。1969年勒克莱尔格又在野生种具柄向日葵 *Helianthus petiolaris* 与栽培向日葵的一个杂交后代中选育出细胞质雄性不育系。1970年 L. M. 金曼（Kinman）首次从T 66006 -2 材料中发现了育性恢复基因源，从而把向日葵杂种优势利用推向新的阶段。各国利用这一不育源开展研究，相继育成了一批较强优势杂交种。法国、南斯拉夫等国的杂交种已基本普及。中国从70年代开始向日葵杂种优势利用研究。研究重点放在细胞质雄性不育的选育上，通过回交转育、测交筛选、北种南育，加速世代等方法，选出一批较优良的不育系和恢复系。配制的杂交种通过省级审定的有：白葵杂1号、辽葵杂1号、沈葵杂1号在生产上推广应用。

细胞质雄性不育系的选育方法：①回交转育。以胞质雄性不育系做母本，优良的保持型自交系或品种做父本，田间相邻种植，成对测交，父本自交，成熟时单收、成对保存。约经6～7代的选育，即可育成不育系。中国育成的优良胞质雄性不育系有74102 -4、7611、76055等。②杂交选育。选两个优良的保持型品种或自交系相邻种植，进行杂交。后代与花期相近的不育系测交。在测交种中选择不育率高的组合中单株与父本回交，父本自交，后代继续回交和自交，直至性状稳定。③种间杂交选育。利用种间杂交，后代采取连续回交，把父本细胞核逐渐转移到母本细胞中，育成新的不育系。

恢复系选育：①测交筛选。以品种或自交系与胞质雄性不育系测交，成熟时测交种与父本相邻种植，开花时观察育性，如恢复性强，其相应父本就含有恢复基因。再经连续自交选择，配合力鉴定选出优良恢复系。中国选育的较好恢复系有辽68和矮113。②杂交选育：采取一次或复合杂交，后代自交选育，从 F_3 代开始与不育系测交，恢复性强的继续复测和加代选育，约经6～7代选育，即可育成新的恢复系。③回交转育：以完全恢复的细胞质雄性不育杂交种做母本，优良的品种或自交系做父本，人工去雄杂交，后代选择恢复性强，花粉量大的单株与父本成对回交，直到性状与父本相同、稳定，即可育成新的恢复系。④"三系"杂交种后代分离。田间种植，开花前套袋，开花时人工自交，后代选择可育株自交，F_3 代开始与不育系成对测交，测交种恢复率高的继续自交加代，约经6～7代即可选出新的恢复系。

以优良的不育系做母本，优良恢复系做父本，配制杂交种。细胞核不育杂交种选育是在隔离区内，种植幼茎绿色不育株与幼茎紫色的可育株杂交的种子。间苗时按不育4行，可育2行比例，去掉不育行中紫茎苗。可育行中的绿茎苗，开花时自由授粉；成熟时收不育行中种子。第二年在隔离区以上一年收获的种子做母本，优良材料做父本，按4∶2比例种植；苗期间苗时拔除不育行中紫茎苗；开花时割除绿色可育株花盘；成熟时不育行收获的种子就是核不育杂交种。

（王广仿）

向日葵杂交制种 (hybrid seed production of sunflower) 在隔离区内，以胞质雄性不育系为母本，育性恢复系为父本生产杂交种的过程。向日葵杂种一代优势较强，二代开始退化，必须年年制种。天然异交率高，易造成生物学混杂，使优势降低。为了生产出纯度高的杂交种，供生产应用，须严格掌握制种技术。杂交制种田要求与其它向日葵品种地块空间隔离距离3 000米以上。根据父、母本开花期，调节播种期，使花期相遇。因母本管状花雌蕊柱头受精能力可保持6～8天。为了授粉良好，最好使父本比母本晚开花3～5天。

母本不育系与父本恢复系种植比例要依父本花粉量大小及是否属分枝类型而定。父本是单秆的4∶2或6∶2；父本恢复系是分枝型的，因花粉量大，花期长因此母本行数可多些，可达8∶2或12∶2的比例。要按标准去杂去劣（见**向日葵原种生产**），要求在开花期间每天上午7～8时应到田间检查母本行，散粉株立即割下花盘扣在地上，及时辅助授粉。收获时最好是先收父本再收母本，单运、单脱粒、单贮。 （王广仿）

向日葵栽培 (sunflower culture) 根据向日葵品种的生物学特性及其对环境条件的要求，所采取的耕作栽培技术措施。

向日葵对土壤要求不严，适应从粘土到砂土，偏酸到偏碱性土壤均能种植，以肥沃土壤产量高。苏联及东欧国家多栽培在肥沃的黑钙土及冲积土上，产量较高，法国在干旱地上，阿根廷在盐渍土上栽培，均获成功。中国向日葵则多分布在北方旱、薄、盐碱地区，因其较耐旱、耐瘠薄、耐盐碱，比栽培其它大田作物易保苗，经济效益高。

整地 向日葵根系庞大，需要深耕以创造供水供肥良好的深厚土层。机械平作耕深22厘米左右，结合

翻地施入基肥。垄作地区可进行深松，打破犁底层，加深耕作层。此外，播前土地宜耙压平整，以利播种保苗。

播种　播前要选好适应当地自然环境等条件的良种或杂交种，在同一品种中，应选用粒大而饱满的种子作种，千粒重大的种子在开花期可提前2～5天开放，对提高单位产量有显著作用。

播种期　一般以6厘米地温稳定在8～10℃时播种较宜，但北方一季作地区春播晚熟的食用种，为了抓春墒保全苗，多在化冻初期进行，即在3月下旬到4月中旬前后开始播种。墒情好的或灌溉地多在4月下旬到5月上、中旬播种；内蒙古昭乌达盟地区为了使花期躲过当地高温多湿、叶斑病发病高峰季节，播期可推迟到5月下旬；辽宁省食用种在4月份播种，油用种可到5月中旬播种，但也有晚到6月中旬播种或早播早发以躲过发病期的。二季作地区夏播在辽宁省南部地区多为油用种，生育期短，发病少，多在6月下旬到7月上旬播种；华北地区一般在7月初以前播种均可以安全成熟。

播种方法　可机械条播、点播或人工穴播，每穴播种子3～4粒，每公顷播量7.5～12千克。播种深度视土壤墒情而定，一般覆土5厘米左右，不宜浅于3厘米，以防幼苗带出皮壳，妨碍生长。播种时要在重施种肥，以磷肥为主，配施氮肥。

种植密度　向日葵食用种植株高大，可达2～3米以上，不耐密植，一般栽培密度较小。东北每公顷2.25万～3.45万株，东北3万株左右，内蒙古巴彦淖尔盟灌溉地区3.6万～4.2万株。油用种植株矮小，一般株高1.6米左右，宜密植。辽宁每公顷为4.2万～5.4万株，华北3.75万～4.5万株，新疆维吾尔自治区北部灌溉地5.2万株左右，盐碱薄地6万株左右。

田间管理　向日葵花盘的分化发育较早，开花，灌浆以及油分的形成在一个花盘中交叉并进，植株繁茂，根系发达，水肥吸收力强。若管理不及时，不仅影响叶数及结实粒数，而且会造成大量空壳秕粒，花心不实而减产。因此，要根据其生长发育阶段特点，适时进行田间管理。

出苗到现蕾　生长较缓慢，春播的食用种一般需35～50天左右，夏播需28～35天，因品种及生长地区不同而异。吸收水分占全生育期的20%左右，吸肥占总需氮的35%，磷21%，钾40%。但花盘原始体产生形成较早，有的品种在8片真叶展开时开始花盘分化。12片叶时开始小花分化，这一阶段环境条件的优劣对花盘的大小、籽粒多少起决定性作用。因此，田间管理主要是：为避免幼苗拥挤，徒长，需在花盘幼体分化前于4片叶时定苗。播种时如未施种肥或只施磷肥的则必须早追氮、钾肥，以4～14片叶时追施效果较好。向日葵株行距大，苗期生长缓慢，杂草较多，要进行二三次锄草松土，以促进根系发育，并中耕培土，防止后期倒伏。

现蕾到开花　是茎叶旺盛生长及花盘逐渐发育阶段，时间短，生长量大，春播约25～40天，夏播17～21天，平均每天株高增长5厘米，高达12厘米，需水约占总需水量的60%，需肥占全生育期的50%左右。要保证水、肥充足，尽可能促进叶面积的迅速增长。如前期施肥不足或遇干旱，必须提前追肥、灌水，及时打杈，使养分集中在主茎花盘的生长发育上。

开花到成熟　春播需35～55天，夏播25～40天左右。吸收水分、养分约占全生育期的20%。向日葵开花后期和灌浆是交叉进行的。自舌状花开放到小花开放结束，约经10～15天，株高增长速度减慢，平均日增长1厘米左右，是最繁茂阶段，田间郁闭程度大，同时正处在北方7月到8月的雨季，气温高、湿度大，易导致病害的发生和蔓延，或授粉不良，空壳率增加。要加强田间放蜂，或进行多次人工辅助授粉（见**授粉**）；打掉底部黄化、老化及病叶，以利通风，但必须保护好中、上部绿色功能叶片；开花和灌浆在一个花盘上是交叉并进的，遇旱要及时进行灌水，以利灌浆；垄作区盐碱涝洼地要注意排水。开花结束，即进入籽实形成并开始形成油分。到生理成熟期约经22天，田间管理在于保护好上中部叶片，延长其功能期。

收获贮藏　生理成熟期，当向日葵花盘背面变黄，边缘2厘米变褐色，茎秆也变黄或黄绿色，中上部叶片黄化脱落，种子皮壳硬化呈种子本色的时期。籽实含水量降到15%即可收获。

安全贮藏的关键在于种子含水量的降低，食用种含水量要降到10～12%，油用种要降到7%，因为油用种含油量高，而水分存在的亲水胶体部分较小，临界水分较低。即酶活动停止的水分含量较低，超过这个水分含量，酶就打破休眠开始活动产生呼吸，引起自热和油的分解，降低质量，甚至自燃炭化。因此，高油种子大量贮藏一般都要经过人工干燥。

（李立宁　初亚和）

向日葵种质资源 (sunflower germplasm resources)　向日葵属中具有一定遗传特点的栽培种、野生种和近缘植物的统称。是**向日葵育种**的原始材料。

世界上对向日葵资源研究较多的是苏联、美国、罗马尼亚和南斯拉夫。20世纪初，苏联首先开展这项研究工作，拥有资源较多，列宁格勒全苏经济作物研究所是世界上较大的向日葵**种质库**，到1974年保存有栽培向日葵**种质资源**约1 200份，其中本地资源占60%；另外，全苏植物栽培研究所有相当数量的种质资源，拥有含油率超过50%、皮壳率低、抗列当的品种有：派列多维克、接班人、阿尔玛维尔3497及灯塔等，以及

地方食用型品种和饲用品种，如巨人549、红光青贮等。

美国向日葵种质资源也较多。依阿华州的美国农业部中北地区植物引种站是世界上较大的向日葵种质库之一。另外，罗马尼亚和南斯拉夫保存的向日葵种质资源也较多，尤其是野生资源研究工作较为深入。

中国从50年代初期开始进行向日葵搜集、研究工作，并从苏联、匈牙利等国引种，截止到1986年，拥有资源约1 400多份，其中，食用型品种约有1 200份，占总数的85%左右；油用型品种资源大都是由国外引进的。吉林省白城地区农业科学研究所保存的向日葵种质资源约有700余份，其中野生资源14份。其他分散保存在主产省的有关科学研究单位。这些种质资源按籽实的经济用途分为油用、食用和中间三个类型：

油用型　植株不超过2米。花盘中等，粒长8～14毫米，百粒重3～10克，皮壳率25%左右。籽实含油率40%以上。出苗至成熟约需80～110天。皮壳为黑色或灰条纹，皮壳内有硬壳层（碳素层），较抗向日葵螟为害。较抗锈病，易感褐斑病和黑斑病。主要用于榨油。中国的主要栽培品种有：派列多维克、辽葵1号、沈葵杂1号等。

食用型　植株一般2～3米，花盘较大，粒长约15～20毫米，百粒重11～15克，子仁不饱满，皮厚，籽实含油率25～30%。皮壳多为黑白相间条纹或白色。皮壳内无硬壳层，易受向日葵螟虫为害。较抗褐斑病和黑斑病，易感锈病，较耐盐碱。可嗑食或榨油。中国栽培的主要品种有：长岭大嗑、三道眉、大马牙和黑老鸹嘴等。

中间型　性状介于油用和食用型之间。中国栽培的主要品种有：匈牙利4号、白葵3号、北葵15号、白葵杂1号和辽葵杂1号等。

向日葵二倍体野生种如：马克西米氏向日葵 *H. maximiliani* Schrad 为多年生种和黑斑向日葵 *H. atrorubens* L. 和六倍体野生种如菊芋 *H. tuberosus* L.、*H. subcanescens* 等具有抗病、虫和列当的特性。*H. scaberrimus* 的籽实蛋白质含量高达40%左右，是品质育种的重要资源。*H. petiolaris* 具有卵细胞质雄性不育基因与栽培向日葵杂交可以获得胞质雄性不育系。

向日葵是异花授粉作物，为了保持种性，应尽量减少繁殖次数。在种植中开花前选典型植株套袋，开花时取混合花粉授粉，收获时将同一品种混合脱粒、保存。　（王广仿）

向日葵种植制度 (cropping system of sunflower)　在一定自然条件、生产条件及社会经济条件下，与**向日葵**相适应的，具相对稳定性的作物组成及其在空间、时间上配置的技术体系。合理的**种植制度**，能充分利用自然生态资源和社会经济条件，用地养地结合，提高光能利用率、土地利用率和劳动生产率，实现向日葵及一定周期内组合作物的优质高产。

中国向日葵主要分布在北方干旱、半干旱的十余省、区，有春播和夏播两类，以春播为主，面积较大。春播向日葵大部分种在无霜期较短，约在130～170天的一年一熟农作制地区的风砂、盐碱、瘠薄地上，广种薄收、经营粗放。除新疆及山西、辽宁等部分地区为油用种外，大多使用当地农家食用种、种植密度小，施肥灌水少，集中产区重、迎茬多，部分地方病虫害、列当为害较重，单产较低。但麦产区间套种向日葵土壤及水肥条件则较好。夏播向日葵主要是无霜期约175～220天的地区，在小麦、油菜、豌豆等夏收作物之后进行复种。土地好，残肥多，底墒足。多数为油用种，秆矮密度大，产量可高于春播1倍以上，但面积较少。是70年代末，为适应食油需要的增长而发展起来的一年两熟制。

种植制度有单作及间套复种等方式。单作多为春播的食用种，以60～70厘米宽行密株栽培较好，适应机械作业，有利于通风防病；**间作**有带状间作和行垄间作，东北垄作区多和大豆、秣食豆、绿豆以及草木樨以4∶2或2∶2行间作；华北及西北则多与畦田小麦带状间、**套作**。可和春小麦同时播种，或先播小麦，在小麦第一次浇水时套种向日葵，小麦收割时向日葵正处于现蕾到开花旺盛生长期，有利于通风透光，避免争水争肥。一般每公顷可收小麦6 000～7 500千克和向日葵籽实3 000千克。

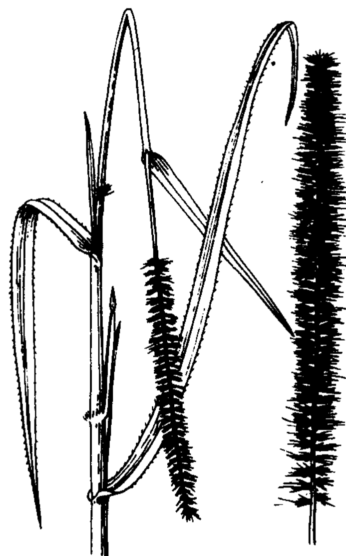
夏播**复种**是在无霜期较长地区夏收作物收获后，播种向日葵的一年两熟制种植方式。主要前作为冬小麦或春小麦。也有大麦、油菜和豌豆等夏收作物。夏种可以有多种类型，单种小麦收获后可单种向日葵。向日葵也可与秣食豆、早熟大豆间作，秋后或收豆或作绿肥，根茬肥田；华北地区生产上多实行套复种制，即前作实行玉米和小麦套种，麦收后复种向日葵。复种的关键在于选用适宜的向日葵油用种，及适宜的早收前作物。并及时抢收抢种。加强肥水管理。

向日葵植株高大繁茂，从土壤中吸收养分较其他作物为多，水分消耗也多，连作可使土壤中同类养分及水分亏缺，病虫草害较多。特别是杂草列当，连作可使其恶性蔓延，减产较重，必须进行轮作。轮作周期长短主要依病害的病原菌或列当种子在土壤中保持生活力的时间长短而定，列当种子能在土壤中存活8～10年，发生严重的地区应采取10年以上的轮作。中国北方各主产区轮作周期仅3～4年，适当延长轮作周期，可以大幅度提高单产。　（李立宁）

向日葵综合利用 (multiple utilization of sunflower)　向日葵除籽实提取油外，副产品也有广泛的用途。饼粕营养丰富，含蛋白质30～

36%、脂肪8～11%、糖分19～22%、天然纤维素15～17%、木质素6.5～7.5%，是家畜、家禽的优良高蛋白饲料。也可作酱油、味精、干酪素、糕点的原料。脱粒后的花盘约占原花盘重量的60%，含粗蛋白7～9%（几乎和大麦、燕麦相等）、粗脂肪6.5～10.5%、无氮浸出物48.9%（高于苜蓿，和燕麦接近），可作饲料。含果胶3%，可提取食用果胶。皮壳占籽实重量30%左右，含粗纤维50%、粗蛋白4%、脂肪2%，可作为反刍动物的饲料。也可以用来生产纤维板，提取糠醛和酒精，制造活性炭。茎秆灰含氧化钾36.3%，可作钾肥使用。茎秆也可作纸浆、赛璐珞的原料及压制隔音板等。向日葵花期长，可作蜜源植物，每公顷地放蜂3箱，产蜜90千克左右。（初亚和）

象草（elephant grass or napier grass）禾本科狼尾草属的一个种，学名*Pennisetum purpureum* Schumach。又名紫狼尾草。多年生牧草。原产于热带非洲。热带和亚热带地区广泛栽培。约在20世纪30年代从印度、缅甸等国引入中国广东、四川等地；1960年从印度尼西亚引入粗茎象草，1965年后，南方各省都有大面积栽培。株高2～4米，茎粗1～2厘米。叶片长45～100厘米，宽1～4厘米。穗状圆锥花序。长15～30厘米。在中国广东，9月至11月抽穗开花，结实率低，种子成熟易脱落（见图）。



象　草

喜热带潮湿气候。适于年平均18～24℃，最低月平均6～16℃的地区种植。在中国广州、南宁一带可自然越冬；在南昌、长沙等地，一般亦可越冬，但遇严寒土壤冻结时，易于死亡。宜选择土层肥沃、排水良好的土壤种植，耕翻平整土地作畦，畦宽80～90厘米，畦间开排灌沟。用插条或分株繁殖。每畦种1～2行，株距约50厘米。以腐熟厩肥，磷、钾肥作基肥，割后追施氮肥，增产效果显著。生长期间，及时中耕除草，适时灌溉。株高100～130厘米时刈割，留茬约5厘米，每隔25～50天割一次，一年割6～8次，可连续利用3～4年。每公顷年产鲜草75～225吨，含干物质12～18%，干物质含粗蛋白质4.4～20.0%，粗纤维26.0～40.5%，无氮浸出物30.4～49.8%，粗脂肪1.0～3.6%。适时收割，味甜多汁，一般家畜和家禽均喜食，亦可养鱼。一般多用作青饲料，亦可晒制干草或作青贮。

（蒋侯明）

橡胶　见巴西橡胶。

橡胶加工（natural rubber processing）是以割胶流出的胶乳及其自然凝固的各种杂胶为原料，经过适当处理，制成各种橡胶初制品的过程。

发展简史　早在19世纪即已开始生产橡胶初制品。巴西印第安人以木棒蘸取胶乳，用椰壳烧烟烤成薄膜，再蘸再烤，如此反复多次，层层增厚，最后做成西瓜那样大的胶球供应市场。这种胶球从巴西的帕拉（Para）港出口，故称为"帕拉球胶"。随后，美国人C.古德伊尔（Goodyear）发明橡胶硫化法，解决了生胶发粘变脆问题；英国人J.B.邓洛普（Dunlop）发明充气轮胎以及汽车投入生产，橡胶需要量与日俱增，因而橡胶栽培事业日益发展，加工技术不断提高，产品品种也逐渐增多。1898年J.帕金（Parkin）开始用醋酸作凝固剂制造烟片（用烟熏干的胶片），其后又出现了皱片（自然风干或热空气干燥的表面起皱的胶片）。到1923年，蒸发法、膏化法和离心法浓缩胶乳先后试制成功并投入生产。从此，天然橡胶初制品就有固体和液体两类了。1965年，马来西亚在橡胶加工技术方面进行了较大的改革，开始生产以技术性质划分等级的颗粒橡胶，深受广大用户欢迎，发展很快。除马来西亚外，印度尼西亚、泰国、斯里兰卡、科特迪瓦、印度等国也大量生产颗粒橡胶。其造粒方法有碎裂法、剪切法、挤压法、锤磨法和撕碎法。

中国生产橡胶初制品始于1915年，但长期处于手工生产状态，产品仅烟片一种，最高年产量未超过200吨。1952年起大规模种植橡胶树，1954年开始橡胶初制品的试验研究，翌年试验生产半机械化法烟片和膏化法浓缩胶乳。1955～1964年，膏化法、离心法浓缩胶乳，烟片、皱片和风干片先后正式投入生产。1974年试制颗粒胶成功，1980年后大多数固体初制品工厂改建为颗粒胶厂，也建了一批新厂。

胶乳的性质　从胶树流出的鲜胶乳，由橡胶、水和非橡胶物质三部分组成。非橡胶物质的主要成分是蛋白质、丙酮溶物、水溶物和无机盐。这些物质对橡胶加工和橡胶制品的质量都有一定的影响。蛋白质对胶乳起着保护胶体的作用，其分解产物可促进橡胶硫化，延缓橡胶老化，延长橡胶制品的使用寿命。但它吸水性较强，能增加生胶及其制品的吸水性和导电性，使之容易长霉，且不利于用作绝缘橡胶制品。某些丙酮溶物对胶乳也起稳定作用，有的还可防止橡胶氧化。水溶物具有较强的吸水性，会导致生胶和橡胶制品吸

潮、发霉和降低绝缘性。在无机盐中，钙、镁离子会降低胶乳稳定性；铜、锰、铁等离子具有促进橡胶老化的作用。组成胶乳的各种物质及其含量，不是固定不变的，往往因胶树品种、树龄、气候、季节、土壤、施肥、割胶制度、化学刺激等因素的变化而不同。这是天然橡胶质量变异性较大的根源。表1是鲜胶乳主要成分的变化范围。

表 1　鲜胶乳的基本成分

成分		含量(%)
橡胶		20～40
水		55～75
非橡胶物质	蛋白质	1～2
	丙酮溶物	1～2
	水溶物	1～2
	无机盐	0.3～0.7

用500倍的显微镜观察用水稀释的胶乳，可以看到其中有许多球形(有时还有梨形)的橡胶粒子作不规则的运动。这些粒子很小，直径小的只有0.03微米，大的也不超过2微米，平均0.25微米。每个胶粒都由内、中、外三层组成，内层是溶胶(溶于乙醚的橡胶)，中层是凝胶(不溶于乙醚的橡胶)，外层主要为蛋白质和类脂物(大多数是丙酮溶物)组成的保护层。保护层具有两个特性：一是亲水性，能把胶乳的水分子吸引到胶粒周围，形成一层定向排列的"水化膜"，将胶粒包围起来。二是带有负电荷。带负电荷的胶粒互相碰撞，彼此排斥而分散，加上水化膜的隔离、缓冲作用，因而胶乳能保持稳定状态，不易凝固。如果胶粒的水化膜受到严重破坏，例如在胶乳中加无水酒精使胶粒脱水，或加酸来中和胶粒上的负电荷，均会使胶乳凝固。

橡胶初制品

产量和种类　1983年世界天然橡胶两类初制品共产402.5万吨。固体初制品又称固体生胶，主要有烟片、白皱片、风干片、褐皱片、颗粒胶(含恒粘胶、低粘胶、通用胶)、橡胶粉以及特种橡胶(脱蛋白胶、易操作橡胶、接枝橡胶、环氧化橡胶等)。其中，以烟片产量较多，约占50%。但颗粒胶同烟片等传统片状胶相比，具有如下优点：①按技术性质分级，打破了妨碍生产发展的外观分级，能比较准确地区分橡胶质量；②机械化程度和劳动生产率较高，劳动强度较低；③生产周期短，由原来的5～20天，缩短为1～2天；④加工相对集中，加工处理量的幅度较大，对天然橡胶因品种和使用化学刺激与否等差异适应性较强，因而有利于提高产品的一致性；⑤可因地制宜地采用各种各样的热源来干燥橡胶，而且热能消耗较少，既易解决燃料短缺的困难，又可降低加工生产成本。因此，颗粒胶有取代片状胶的趋势。

表 2　各种规格马来西亚橡胶的质量标准

项目① ＼ 类别	恒粘胶	低粘胶②	浅色胶	全乳橡胶	5号胶	通用胶	10号胶	20号胶	50号胶
原料	胶乳				胶片	混合胶	杂胶		
粘度	稳定		不稳定		不稳定	稳定	不稳定		
杂质不能通过44微米筛孔的最高值(重量%)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.10	0.10	0.20	0.50
灰分(最高重量%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60	0.75	0.75	1.00	1.50
氮(最高重量%)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
挥发物(最高重量%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
快速塑性最低初值(Po)	—	—	30	30	30	—	30	30	30
塑性保持指数(最低%)	60	60	60	60	60	50	50	40	30
颜色限度(拉维邦色素最高值)	—	—	6.0	—	—	—	—	—	—
门尼粘度〔ML(1+4)100℃〕	—③	—④	—	—	—	—⑤	—	—	—
硫化性能	—⑥	—⑥	—⑥	—⑥	—	—⑥	—	—	—
等级颜色标志⑦	黑色	黑色	浅绿	浅绿	浅绿	蓝色	棕色	红色	黄色
塑料包皮颜色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
塑料带的颜色	橙色	洋红	透明	乳白	乳白	乳白	乳白	乳白	乳白

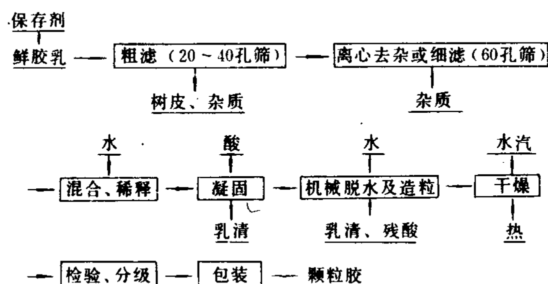
①按国际标准化组织(ISO)的测定方法进行测定。
②每100份橡胶中加4份非污染性矿物油。
③三个级别，即恒粘50、恒粘60和恒粘70。生产者对粘度的容许限度分别为45～55，55～65和65～75个单位。
④一个级别，即低粘50。生产者对粘度的容许限度为45～55个单位。
⑤生产者对粘度的容许限度为58～72个单位。
⑥以流变曲线的形式提供硫化资料。
⑦印在胶包标记带上的颜色。

液体初制品又称商品胶乳，主要有离心法浓缩胶乳、膏化法浓缩胶乳、蒸发法浓缩胶乳和特种胶乳（硫化胶乳、纯化胶乳、耐寒胶乳、甲基丙烯酸甲酯接枝胶乳等）。其中，离心法浓缩胶乳生产效率高，生产过程短，质量容易控制，故产量最多，约占液体初制品总产量的90%。

在两类初制品中，固体初制品产量较多，占总量（以干胶计）的90%以上。主要原因有二：①橡胶消费量最多的制品是各种类型的轮胎，其耗胶量最大的部件只能用固体生胶制造；②橡胶是重要战略物资之一，因为只有固体生胶能耐久贮，各国大量用作国防储备的橡胶都是这类初制品。

基本生产过程和质量标准

颗粒胶生产工艺流程如下：

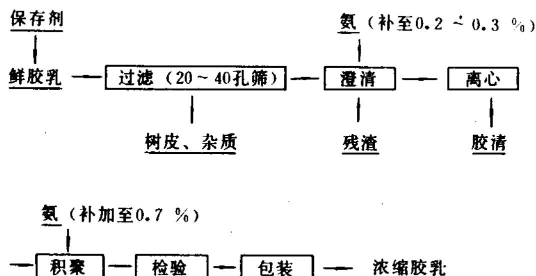


保存剂一般采用氨水，使胶乳不易变质。凝固胶乳用的凝固剂，大都采用醋酸或蚁酸。机械脱水设备，主要用凝块压薄机。造粒用设备有挤压机、碎裂机、皱片机—剪切机、皱片机—锤磨机和皱片机—撕碎机等五种。干燥热源采用煤、油、电等均可。橡胶等级均按杂质含量、塑性保持指数等技术性质划分。包装大都采用聚乙烯薄膜作包皮，以条板箱集装。

中国研制成功的超厚凝块压薄机，能压厚达45厘米的凝块；输送带式干燥机和自动打包机，可使颗粒胶造粒后的各操作工序连续化，对提高橡胶加工生产水平起了良好作用。

各种规格马来西亚橡胶（含颗粒胶）的质量标准见上页表2。

离心法浓缩胶乳生产工艺流程如下：



鲜胶乳的保存剂大都单用氨，但1978年以来，有些工厂改用二硫化四甲基秋兰姆、氧化锌与氨的复合保存体系，可大大延长胶乳的有效保存期。商品浓缩胶乳除单用氨作长期保存剂的高氨浓缩胶乳外，还适应消费者的需要，采用五氯酚钠、硼酸、二乙基二硫代氨基甲酸锌、二硫化四甲基秋兰姆和氧化锌作辅助保存剂，生产各种低氨浓缩胶乳。

国际标准化组织规定的离心法浓缩胶乳的质量标准见表3。

表 3　离心法浓缩胶乳的质量标准

项目＼类型	高　氨	低　氨	中　氨
总固体（最小%）	61.5	61.5	61.5
干胶（最小%）	60.0	60.0	60.0
非橡胶固体（最大%）	2.0	2.0	2.0
氨（对胶乳重的%）	最少0.60	最多0.29	最少0.30
机械稳定度（最少秒数）	650	650	650
凝块（最大%）	0.05	0.05	0.05
锰（最大ppm）	8	8	8
铜（最大ppm）	8	8	8
残渣（最大%）	0.10	0.10	0.10
挥发脂肪酸值	不超过0.2	不超过0.2	不超过0.2
氢氧化钾值	不超过0.1	不超过0.1	不超过0.1
颜色	无显著蓝灰色	无显著蓝灰色	无显著蓝灰色
气味	无显著腐臭味	无显著腐臭味	无显著腐臭味

发展趋势　由于加强基本理论研究来指导工艺技术，橡胶加工进入了新的发展阶段。20世纪80年代的主要趋势是：①努力革新制胶工艺，争取实现机械化、连续化和自动化。鉴于生产片状生胶存在很多缺点，各产胶国正创造条件，采用各种造粒方法将各种橡胶原料制成粒状胶，以便在短时间内使之完全干燥，从而减少能耗和降低加工成本。在此基础上，正在探讨鲜胶乳长效保存，连续凝固，颗粒胶的连续干燥和自动打包，试图把各加工工序连成一条流水作业线，实现橡胶加工的上述“三化”。②积极研制各种特种橡胶，扩大天然橡胶的应用领域。为了弥补天然橡胶某些性能不如合成橡胶的缺点和适应橡胶用户对橡胶初制品越来越高的要求，正在改变过去只重视生产通用橡胶的状况，积极开发具有特殊用途的各种特种橡胶。例如操作性能良好，特别适于制造轮廓复杂或尺寸要求精密的压出制品所需的易操作橡胶；耐油及气密性良好，并适于制作白色或鲜色制品的环氧化橡胶；可在零下低温储运，保持良好工艺性能的耐寒胶乳；能增加胶

乳制品定伸强度和抗撕裂强度的树脂补强胶乳等。③大力减少用胶能耗，降低生产成本。为了简化橡胶制品生产工序，促进用胶过程的连续化、自动化，减少机械、设备投资和能量消耗，从而降低用胶生产成本，另一方面研制散粒橡胶、热塑橡胶和液体橡胶满足用户需要；另一方面直接与橡胶消费者挂钩，把需要加入橡胶的各种配合剂直接加入胶乳，以制造定制配合橡胶。这不仅易使配合剂与橡胶混合均匀，而且还能省去塑炼和混炼两道工序，节省大量动力和劳力。

参考书目

Verhaar, G., *Processing of Natural Rubber*, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, 1973.

（袁子成）

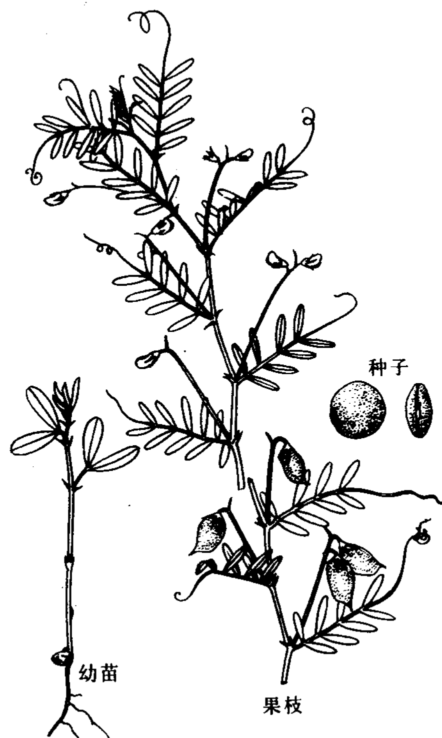
小扁豆 (lentil) 豆科小扁豆属中的栽培种，学名 *Lens culinaris* Medic.，一年生或越年生草本植物。别名滨豆、鸡眼豆。主要用作粮食和蔬菜。也用作饲料和绿肥。

小扁豆起源于亚洲西南部和地中海东部地区。在土耳其和伊拉克都发现有野生小扁豆。公元前7 000～前6 000年在近东地区和土耳其南部已开始种植，并于史前传入埃及；在新石器时代由爱琴海经多瑙河谷传入欧洲中部；到青铜器时代已广泛传布到地中海地区、欧洲和亚洲，中国的小扁豆由印度传入。小扁豆适于冷凉气候，多种在温带和亚热带地区，在热带地区常在最寒冷的季节或在高海拔地区栽培。1986年世界约有40个国家栽培小扁豆，亚洲生产最多。收获总面积约为286.2万公顷，总产量约为226.4万吨。土耳其为主产国，其次是印度、加拿大、美国、埃塞俄比亚和叙利亚。中国主产于山西、陕西、甘肃、河北、河南、云南等省。

小扁豆属染色体数2n＝14。共有五个种：*L. ercoides* L；*L. orientalis* L.；*L. nigricans* L.；*L. monbretii* L.和 *L. culinaris* Medic.。只有 *L. culinaris* 为栽培种。这个种又分为两个亚种：大粒亚种 *L. culinaris* ssp. *macrosperma* (Baumg)Barulina，花大，白色有纹，少数为浅蓝色，荚果和籽粒均大而扁，种皮浅绿或带斑点，小叶大，卵形；小粒亚种 *L. culinaris* ssp. *microsperma* (Baumg) Barulina，花小白色或粉红色，荚果与籽粒小或中等，籽粒形如凸透镜，种皮浅黄至黑色，花纹不一。小叶小，长条形或披针形。欧洲南部、非洲北部和南北美洲栽培的主要是大粒亚种；印度次大陆、阿富汗和埃及等国主要栽培小粒亚种；亚洲西部和欧洲东部，这两个亚种都广泛种植。

印度搜集资源约3 300份；美国约有1 100份；埃塞俄比亚约1 600份；加拿大600份；国际干旱地区农业研究中心（叙利亚），保存有6 200余份。各国育成的早熟品种生育期为80～110 天，晚熟品种为125～130天。较好的品种如美国的大粒品种 Tecka、Large Blond；印度品种Pusa-1，Pusa-4、T-6、WB-81，均比较早熟；埃及品种Giza 9。中国的小扁豆分布地区较广，已收集资源约400份，在生育期、籽粒大小、粒色等方面均有不同类型。

小扁豆的根系分为三种类型：浅根系，根深约15厘米，侧根多，根瘤也较多；深根系，主根细长，入土深约35厘米；中间类型。植株有细小茸毛或毛极少。茎柔软，浅绿色，有些类型茎基部紫色或全部紫色，方形有棱，基部木质化，株高15～70厘米，分直立、丛生和半蔓生三种类型。互生羽状复叶，小叶多对生，极少互生，一般4～7对，卵形或线条形，浅绿或蓝绿色，小叶基部有叶枕；托叶小，全缘；腋生总状花序，花梗细长，着生1～4朵花，花小，长约4～9毫米，有白色、浅蓝色和粉红色。花柱短而弯曲，柱头稍膨大，具腺体。自花授粉，晴天时，多数品种上午 9～10时开花；阴天时中午开花，每朵花持续开放2～3天，荚果长椭圆形，两侧扁，长6～20毫米，宽4～11毫米。多数花梗只结1荚，少数2～4荚，成熟荚黄色或褐色，每荚种子1～3粒，圆凸透镜形；种皮浅红、绿、绿带红、灰、褐或黑色，有的带深黑色斑点或斑纹，多数品种种子表面平滑，少数大粒种子表面有皱纹，种脐小，窄



小　扁　豆

椭圆形。子叶红橙色、黄色或绿色。小粒种百粒重1～4克，大粒种为5～9克。

为长日性植物，在15～16小时日照下提早开花，有些品种对光照长短的反应为中性。种子在土壤温度5℃时开始发芽，18～21℃为最适发芽温度。子叶不出土。平均气温24℃最适于小扁豆生长，超过27℃时生长不利，不耐严霜，但不同类型小扁豆对温度的反应有差异。较耐旱、不抗涝，对土壤种类要求不严，粘土、轻壤土、冲积土等均可种植，在土壤pH值为4.5～8.2范围内均能生长。对$MgSO_4$、$MgCl_2$盐类的反应比土壤中所含各种盐的总浓度更为敏感。冬播小扁豆，其根瘤数目在播种后90～100天时达到高峰，以后急剧下降；春播小扁豆的根瘤在出苗后35天左右时最多，在开花初期主根上根瘤数下降。

对前作物要求不严，常与玉米、甘薯、油菜、黄麻、水稻等轮作。由于单种时小扁豆匍匐地面，影响产量和种子品质，常与小麦或大麦混播。在温带地区一般作为一年生作物进行春播或夏播；在亚热带地区作为越年生作物于秋季播种。有撒播和条播。单种时，小粒品种播种量每公顷35～70千克，大粒品种110～150千克。条播行距20～30厘米，播种深度4～5厘米。以有机肥和磷、钾肥为主，钾肥过多会增加硬实率。在贫瘠的土壤上，苗期施少量氮肥可促进幼苗发育，增强根瘤菌固氮能力。生长前期应注意中耕除草。成熟时易落荚和裂荚，有2/3荚成熟时即可收获。主要病害有锈病*Uromyces viciae-fabae*、萎蔫病*Fusarium oxysporum* F. ssp. *lentis*，主要虫害有蚜虫、豆毛虫*Heliothis obsoleta*、豆象*Bruchus* spp.。

籽粒含蛋白质约25%，脂肪0.7%，碳水化合物60%及多种维生素和矿物质营养元素。中国的小扁豆主要与小麦、玉米等一同磨面作主食和制凉粉。欧美国家主要制作罐头食品、甜食和速溶小扁豆粉。在印度，小扁豆粉常与其他谷类面粉混合作面包和糕点。豆芽、嫩荚和嫩叶是优质蔬菜。籽粒淀粉亦用于纺织和印刷工业。豆秸和提取淀粉后的残渣是良好的饲料，新鲜茎叶容易腐烂，是优良的绿肥。

（冯凤婷）

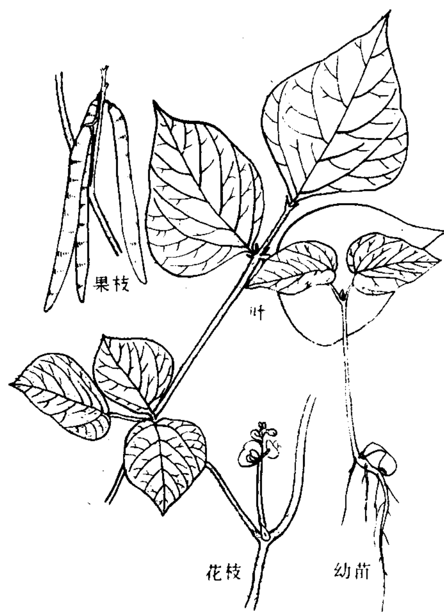
小豆 (adzuki bean)　豆科豇豆属栽培种，学名 *Vigna angularis* (Willd) Ohwi & Ohashi，一年生草本植物。古名赤菽、小菽。别名赤豆、赤小豆、红豆、红小豆。主要用作粮食、饲料、绿肥和药用。

小豆起源于中国。在中国喜马拉雅山一带及云南等地有野生种和半野生种，中国栽培历史悠久。在《齐民要术》中有记载，公元3～8世纪，小豆由中国经朝鲜传入日本。

小豆原为菜豆属小豆种，60年代以来已划为豇豆属。其变种有 *Vigna angularis* var. *nipponensis* (Ohwi) Ohwi & Ohashi，染色体数2n＝22。

生产和分布　主要分布在亚洲东部，有东亚作物之称。在年降水量530～1 700毫米，年平均温度7.8～27.8℃土壤pH值为5.0～7.5的地区都能种植。栽培面积和总产量均以中国最多，日本、朝鲜、印度、泰国次之。加拿大、巴西、扎伊尔、新西兰、美国已引种成功。日本主产区在北海道。印度的主产区在东北部。中国主产区在华北、东北、黄河流域和长江中下游地区及台湾省。1981年天津市小豆栽培面积约1.13万公顷，河北省约2.7万公顷，黑龙江省约4.7万公顷，湖北省约0.7万公顷，台湾省约1.8万公顷。间作时每公顷产量约750千克，单作时每公顷产量1 100～1 500千克。

特征特性　圆锥根系，根系发达，主根长约50厘米，支根长约40厘米。主要分布在10～20厘米的耕作层中。茎多为绿色，少数品种为紫红色，株高20～150厘米，茎有节约20个。蔓生茎有缠绕性。分枝4～5个，也有不分枝和分枝在10个以上的品种。子叶不出土。初生叶2片，对生、叶柄短，次生叶为三出复叶、叶柄长，小叶常有1～2个浅裂，叶形有近圆、剑头和介于二者间的中间型。总状花序，腋生；花梗长，花轴约10节，每节对生两朵花。花黄色，花柄短小。旗瓣上部有浅缺刻，中部具突起物，翼瓣和龙骨瓣左右不对称。雄蕊10枚，二体(9＋1)，花柱上部一侧有茸毛，柱头盘状、自花授粉。荚果长筒形，略弯曲，无毛、幼荚绿色，少为紫色，成熟荚黄白、浅褐、褐和黑色。普通品种的荚皮较硬，不透明；薄荚品种的荚皮膜状，半透明。每荚含种子7～10粒。多数品种不易裂荚和落



小　豆

粒。种子两端略圆或呈截状，有些品种种子一端呈帽状。粒形有矩圆形、长圆柱和近球形，脐呈白色条状，长度大于粒长的一半。种皮色有红、白（灰）、绿、黄、褐、黑的花纹和花斑等。百粒重3～25克，中国品种多为11～17克。

小豆属短日性作物，中熟和晚熟品种对光照长度反应敏感。北种南引，开花提前；南种北引，开花延迟或不能开花结实。在北京夏播时，自播种到开花所需时间，早熟品种约35天，中熟品种50～55天，晚熟品种60天以上；自开花到成熟需时30～35天，部分品种40天以上。春播时，自播种到开花的时间延长，整个生育期也相应加长。

小豆喜温暖气候。发芽适宜温度为28～34℃，开花为20～30℃，播种时的地温不应低于14℃，耐湿性较好，有"旱豇豆涝小豆"之称，对土壤的要求不严格，中性为佳。根瘤菌最适宜的土壤pH值为6.3～7.3。

种质资源　中国已收集的小豆约2 500份。在粒色、粒形、粒重、成熟荚色、荚皮厚薄、叶形、叶色、生长习性和结荚习性等方面均有不同类型，还有适应多种土壤气候条件的生态型。印度有小豆种质资源1 200份，日本有300份。

中国的小豆以农家品种为主，如天津红小豆的粒色鲜艳，籽粒立柱状，饱满丰润，皮薄，淀粉粒沙性好；东北大红袍及唐山红小豆，粒大色深；崇明红小豆的粒大，色泽鲜艳。优良的农家品种还有兴安红小豆、济南红小豆、泗阳红小豆等；选育的品种有龙小1号、白城153、吉红1号。日本小豆主要品种有茶壳早生、宝小豆、农林1号、农林2号、晓大纳言等。

栽培　种植方式有单作，与玉米、向日葵、甘薯、谷子等作物间作和套种，田埂和隙地也种植。分春播、夏播和秋播。中国一熟制地区为春播，两熟制地区常在小麦收获后夏播，三熟制地区在早稻收割后秋播。单播时每公顷播种量30～45千克，行距40～50厘米，株距10～15厘米，播深3厘米，定苗时每公顷留苗15万～35万株，生长期短的地方，宜选砂壤土，以利早熟；生长期较长的地方宜选排水良好、保水力强的粘壤土或壤土，以利高产。

施肥应以基肥为主，花期施肥为辅。每生产100千克籽粒，约吸收氮3.42千克、磷0.85千克、钾2.28千克。还需要一定量的钙、硼、镁、铜、钼等微量元素。

开花前应注意保证全苗；第一片复叶出现时间苗，2～3叶时定苗，中耕除草，及时使土壤疏松以利根瘤的生成；防治虫害，注意灌水或排水，保持土壤适当湿度，采取叶面喷施磷、钾肥和其他微量元素，开花后追施少量氮肥，施肥后进行灌水，在大多数植株上有2/3的荚变黄时收获。脱粒后应及时防治豆象为害。

主要病害有小豆叶斑病 *Ascochyta phaseolorum*、炭疽病 *Colletotrichum phaseolorum*、锈病 *Uromyces adzukicola* 及病毒病等。主要虫害有豆蚜 *Aphis craccivora*、豆荚螟 *Motsumuraeses phaseoli*、菜豆螟 *Ostrinia varialis* 及绿豆象 *Callosobruchs chinensis*。

营养成分和用途　小豆籽粒含蛋白质19～22%，脂肪0.4～2.7%，碳水化合物56～61%和多种维生素及丰富的钙、磷、铁等元素，蛋白质中含有人体必需的八种氨基酸，可与大米一起做饭或煮粥，或与小麦、玉米面粉一起做主食。小豆淀粉粒较大，豆沙质量较好，是制作糕点、糖果和甜食的优质原料。豆芽用作蔬菜。种子可入药，小豆对金黄色葡萄球菌、福氏痢疾杆菌及伤寒杆菌有明显的抑制作用。秸秆是优质的饲料和肥料。也可作为新开垦地的先锋作物。

（胡家蓬）

小黑豆 (small black soybean)　种子百粒重在12克以下，一般在6～10克左右，是种皮黑色的大豆。棕毛小黑豆种皮纯黑色，灰毛的其黑色不纯。小黑豆主要用作豆芽、酱菜、饲料等。小黑豆种皮厚，利于贮藏。在相同条件下，发芽率和发芽势都远高于黄、青种皮大豆。

小黑豆多蔓生和半蔓生，多为无限结荚习性。棕毛，紫花，叶色浓绿，裂荚性较强；抗旱涝性稍强，在弱碱性土壤上也可栽培，土质瘠薄地区仍能生长，适应性广，分布于丘陵和山区，以华北栽培较多。

（费家骍）

小黑麦 (triticale)　通过人工有性杂交并使杂种的染色体数加倍，将小麦与黑麦合成的新作物。1926年E. Von瑟马克（Tschermak）将小麦的拉丁属名首部 *Triti* 与黑麦的拉丁属名尾部 *cale* 合在一起，构成了这个新作物的普通名称即小黑麦 *triticale*。至70年代，这个新作物种的属名正式定名为 *Triticosecale* Wittmack。不同倍数的小麦与二倍体黑麦（染色体组为RR）合成的小黑麦有四倍体（AARR）、六倍体（AABBRR）和八倍体（AABBDDRR）三种类型。小黑麦研究是从八倍体类型开始的，到20世纪50年代研究转向六倍体类型。到80年代初还没有从一粒小麦与黑麦杂交直接人工合成的具有明确AR染色体组的四倍体黑麦。

简史　1875年A. S. 威尔逊（Wilson）在英国爱丁堡植物学会上第一次提出了以小麦为母本，黑麦为父本进行杂交而得到真正杂种的结果，并于次年发表在这个学会的杂志上。但当时对远缘杂交极难获得真正的杂种，偶然得到的杂种又高度不育或完全不能繁殖后代等原因尚不清楚，也不知道克服的方法。这种状况延续了十几年。到1888年，德国的育种家W. 伦波（Rimpau）在普通小麦与黑麦的杂种不育植株的一个穗子上偶然得到了15粒种子，其中由12粒种子长成

的植株在外形上都是一样的，而且能够繁殖后代。这个特殊的结果发表在1891年德国农业年报上。这第一个能自行繁殖后代的小黑麦后来被称为伦波小黑麦（Triticale Rimpau），它的八倍体性质直到1935年才弄清楚。那个结种子的杂种穗子是由于在发育过程中有一部分细胞的染色体数发生了自然加倍，才由不育转变成可育。

伦波得到的小黑麦像纯种，后代无分离，这对育种者来说是不利的。因为杂种的优缺点似乎一下都被固定了，而没有改进的余地。因此，用一般杂交育种的办法来进行小麦与黑麦的杂交工作，虽然进行了半个世纪，却进展缓慢。那时人们还不清楚种间或属间杂交的自然规律与种内杂交不同，这个自然规律直到20世纪20年代才逐渐弄清楚。

丹麦人O.温格（Winge）在1917年提出杂交后进行染色体加倍是物种形成的一个途径。在这以后的几十年时间中，六倍体普通小麦的演化历史逐渐被研究清楚。是由野生一粒小麦与一个二倍体山羊草发生天然杂交和杂种染色体数的加倍，产生了四倍体的野生**二粒小麦**。野生二粒小麦再与山羊草杂交，杂种染色体数加倍，产生了现在广泛栽培的六倍体普通小麦。从这个进化途径来看小黑麦，就具有特殊的意义。**八倍体小黑麦**是完全在人为的控制下使六倍体普通小麦在多倍体发展途径上又前进了一步。在这个意义上来研究八倍体小黑麦问题就与前一阶段作为一般小麦杂交育种所进行的工作有了本质的不同。这个转变发生在30年代，小黑麦就由以一般的小麦杂交育种为特点的第一阶段进入了以多倍体育种为特点的第二阶段。

30年代是植物细胞遗传研究发展的兴盛时期。通过对种间杂种的**染色体组**分析，基本上弄清了杂种不育的原因。单倍体因不能进行正常的减数分裂而不育，而当它的**染色体**数加倍后，就成了可育的纯种二倍体。不育的种间杂种也一样，当它的染色体数加倍后，就成了可育的纯种四倍体。自然界的多倍体物种就是这样形成的。这就是说，人们不仅能培育新品种，还能制造多倍体新物种。正在这个时候，1937年发现了导致染色体数加倍的特效药"秋水仙素"。这就排除了人工制造植物多倍体新物种的最后一个技术障碍。

从普通小麦与黑麦杂交所得的八倍体小黑麦原始品系都不同程度的存在结实率不高、种子皱瘪不饱满这样两个严重的缺点。它们的减数分裂也不正常。虽然每个染色体都有它的同源染色体，但仍大量出现单价体。这些单价体一般估计是由黑麦染色体造成的。无疑，这对结实率会产生不利的影响。经过近20年的工作，小黑麦的结实率和种子饱满度虽然有所改进，但仍未达到生产上要求的正常水平，而且产量也一直未赶上普通小麦的推广品种。1954年西班牙E.桑切斯-蒙格（Sanchez-Monge）和蒋有兴共同提出一个理论，认为八倍体小黑麦之所以不易获得成功，是因为它的染色体数目（56个）已经超过最适宜的限度。因此，他们的结论是六倍体小黑麦可能更有前途。此后，国际上的小黑麦工作就逐步转向六倍体类型。

八倍体小黑麦　中国在1951年开展了小黑麦研究工作。当时鲍文奎等认为国际上八倍体小黑麦研究工作之所以进展缓慢，主要是因为小黑麦种质资源过于贫乏。小黑麦既没有栽培资源，也不存在野生资源。所有小黑麦的种质资源都得由人工制造出来。中国春是个极易与黑麦杂交的普通小麦，以中国春为"桥梁"，先进行普通小麦品种间的杂交，而后用杂种第一代或第二代作母本与黑麦进行杂交。这样，母本的配子在基因型上是各不相同的，与黑麦杂交后所得的每粒杂交种种子，都是潜在的一个小黑麦原始品系。这个制种办法的效率就要比以品种作母本的办法高得多。中国农业科学院作物育种栽培研究所在1957～1965年期间，用这个制种办法制造了4 700多个小黑麦原始品系，从制得的八倍体小黑麦原始品系中，选择亲本配制大量的杂交组合。到1964年在一些小黑麦的杂交组合后代中已选出结实率达到80%左右，种子饱满度达到生产上可以接受的一些选系。其中有一个选系定名为小黑麦3号。1973年在贵州威宁试种成功，到1978年在贵州省内推广1.6万公顷，全国总计曾达2.5万公顷。这是八倍体小黑麦作为新的粮食作物第一次大面积在生产上推广应用。



图 1　八倍体小黑麦

六倍体小黑麦　20世纪50年代以来，六倍体小黑麦也有迅速的发展。加拿大曼尼托巴大学的L.H.谢比斯基（Shebeşki）在1954年开始了六倍体小黑麦研究工作，到1969年培育出第一个品种罗思耐（Rosner）。1964年**N.E.勃劳格**在墨西哥的国际玉米小麦改良中心开始研究小黑麦，1969开展有许多国家参加的国际小黑麦协作试验。初期的工作也主要集中在改进小黑

麦的结实率。到1968年获得第一个结实率正常的六倍体小黑麦品种犰狳(Armadillo)。以后又陆续选育出一些品种,在世界各地进行试种推广,使国际上的小黑麦研究工作迅速地发展起来。



图 2 六倍体小黑麦

由于四倍体小麦与黑麦杂交的胚囊常常不能发育成具有发芽能力的种子,所以就需要用胚培养的方法来获得六倍体小黑麦原始品系。这就使它的制种工作要比八倍体类型困难得多。但当这两种类型的小黑麦杂交时,杂种第一代是七倍体,第二代及以后各代迅速趋向于六倍体类型,而几乎不能得到八倍体类型的植株。这是由于D组染色体很快消失的结果。这一点在育种上使六倍体小黑麦的杂交育种很容易利用八倍体类型的种质资源,而八倍体小黑麦就极不易利用六倍体类型中的优良特性,除非在它们的杂种第一代时再与八倍体类型进行一次回交,使杂种后代的D组染色体向积累的方向发展。

如不通过制种而通过种间杂交直接利用普通小麦的种质资源,八倍体就比六倍体类型方便。因为八倍体小黑麦与六倍体普通小麦杂交所得的七倍体杂种,它的后代的染色体数能向两极分化,即失掉R组染色体而趋向普通小麦,或积累R组染色体而趋向小黑麦。当六倍体小黑麦与普通小麦杂交时,所得的六倍体杂种,它的D和R组都是单套的,所以后代的分离情况就要复杂得多。但这种杂交方式是利用普通小麦来改良六倍体小黑麦的捷径,因为它越过了困难的制种程序。因此,曾一度作为小黑麦育种的重要手段而被推荐给六倍体小黑麦育种工作者。这个办法在国际玉米小麦改良中心的小黑麦育种工作中尤为突出。瑞典人A.默克(Merker)在1975年报道了国际玉米小麦改良中心培育的33个六倍体小黑麦选系的分析结果,发现其中只有4个选系(Vaca、Cione-Snoopy、DR-IRA和Beagle)是具有全套R组的真正六倍体小黑麦,而其余29个选系都是不同程度的代换系,即D组的一些染色体替代了R组的一些同型染色体。被替代的R组染色体可由一对到六对。例如罗思耐和犰狳等8个选系是2R被2D所替代的代换系。而E2392等3个选系只剩了6R,其余6对R组染色体都被D组染色体所替代。R组被替代的对数越多,选系的外表特性越接近于普通小麦,因此被称之为小麦型的小黑麦(Wheaty triticale)。事实上,这些已经不再是严格意义上的六倍体小黑麦。

六倍体小黑麦同它的四倍体小麦亲本一样,蛋白质含量可以是高的,但一般烘烤面包的性能不好。这一特点已知与D染色体组有关。具有D组的八倍体小黑麦的烘烤性能较好,可制作面包或馒头,因此,在六倍体小黑麦的D代换系中是否能够找到烘烤性能好的选系,就成为育种家所关注的问题。从这一方向发展下去,由D、R两组的染色体可能会组成一系列的新组合,其中有些组合会是很有经济价值的。这类所谓小麦型的小黑麦,它们将是一类特殊的六倍体,其染色体组构成将是AABBDR,即第三个染色体组是由D和R组的染色体凑合起来。

四倍体小黑麦 20世纪70年代K.D.克罗洛(Krolow)从六倍体小黑麦与黑麦的回交后代中分离出3个四倍体小黑麦,它们的R组都是全套的,而另外一组则是由A、B组的染色体凑合起来的:

"Trc4×2"具有1A, 2B, 3B, 4B, 5B, 6A, 7B

"Trc4×3"具有1A, 2B, 3A, 4A, 5B, 6A, 7B

"Trc4×5"具有1A, 2B, 3B, 4A, 5A, 6A, 7B

在四倍体、六倍体、八倍体这三类小黑麦的原始品系中,四倍体小黑麦的减数分裂是最好的,有60.1%的花粉母细胞没有单价体。但结实率反而是三类中最低的,只有29.9%。

展望 从20世纪30年代到80年代的半个世纪中,小黑麦研究工作在应用和基础方面作出了重要贡献。在基础工作方面,不但由第一阶段的单纯八倍体类型扩大到所有可能的三种类型以及A、B组,D、R组染色体的重新组合形成新的混合型染色体组,而且在细胞遗传和性状遗传方面开展了广泛的研究。在应用方面八倍体和六倍体类型的小黑麦都已经有一些品种在生产上推广,但至今仍未能进入普通小麦的主产区。主要原因是单产不够高,种子饱满度、质量不够好。由于小黑麦抵抗不良环境的能力要比普通小麦强,所以在气候条件多变、土壤比较瘠薄的山区,种植普通小麦产量低而不稳,黑麦和小黑麦的产量就常常能够显著地超过小麦,小黑麦也就容易在这些地方被推广。在畜牧业发达的地区,如欧洲和北美,也有用小黑麦作

为饲料作物来进行栽培的。当小黑麦在单产和种子质量上有重大突破，且在小麦主产区与普通小麦的高产品种竞争的时候，小黑麦的研究与应用就会展现新的面貌。

参考书目

鲍文奎主编.《八倍体小黑麦育种与栽培》，贵州人民出版社，贵阳，1981.

（鲍文奎）

小糠草 (redtop)　禾本科翦股颖属的一个种，学名*Agrostis alba* L.，多年生草本植物。又名红顶草。可作放牧草场的混播草和草坪草利用。欧、亚、美三洲都有野生种。中国从美国、加拿大以及荷兰等国引进了栽培种，试种表现良好。主要分布于东北、西北及华北等地。

有较粗壮的根状茎。茎直立，高30～120厘米，叶线形，长10～20厘米，宽0.3～0.5厘米。圆锥花序呈塔形，分枝散开，小穗多，一花，穗紫红色，抽穗时顶上呈一层紫红色，故名红顶草。种子细小，千粒重0.1克左右（见图）。



小　糠　草

耐寒性强，适于冷凉湿润地区生长。粘土、壤土均可，根茎繁殖蔓延很快，侵占性强，不怕践踏，耐牧性好。

春播或秋播。可单播，也可与猫尾草、杂三叶等混播。由于种子小，覆土要浅，并选择土壤墒情好的时候播种。幼苗生长缓慢，长成后即能覆盖地面。在青海省单播的每公顷可收割干草2 500～4 000千克，种子750千克。

茎叶柔软，叶量多，适口性好，是一种较好的牧草。其匍匐型品种，用于草坪绿化。鲜草含干物质39%，粗蛋白质2.9%，粗脂肪1.1%，粗纤维12.6%，无氮浸出物19.8%，灰分2.6%，钙0.16%，磷0.1%。

（耿华珠）

小葵子 (nigger seeds)　菊科小葵子属中的栽培种，学名*Guizotia abyssinica* Cass.，是种子含亚油酸较高的一年生草本油料作物，也可用作绿肥和饲草。

原产于埃塞俄比亚。在印度也可见到野生种的群落，并有大面积栽培。东南亚各国均广泛引种。中国于20世纪70年代引入，云南省在1972年从缅甸北部引入少量种子，于1974～1975年进行多点种植获得成功。据试验结果全生育期需要≥10℃的积温1 800℃以上，月平均温度不低于15℃，而以20℃为适宜，在生育期间雨量在350毫米以上，生长正常，效果良好。栽培面积已扩大到650公顷以上。四川省和广西壮族自治区也引种成功，栽培面积亦不断扩大。

形态特征

根　直根系，主根、由侧根和不定根组成。入土深度达50厘米以上，多数分布于7～22厘米深的土层中。主根倒圆锥形，侧根较细，与主根成40°～50°夹角，不定根着生于根茎以上的节或节间部位，培土能促进不定根的发生。

茎　高0.3～1.8米，圆形，直立，中空，整个茎秆和侧枝上有稀疏灰白色粗糙毛和紫色斑点，部分老茎表皮呈紫红色。分枝性强，每对叶腋都有抽生分枝的能力，并形成近十字形交错排列。一级枝可多达10对以上。

叶　对生，披针形或长圆披针形，两面叶脉均有稀疏短粗毛，叶缘具稀锯齿，叶基多为心脏形，无叶柄，抱茎而生。

花　头状花序，呈伞房花序式或聚伞圆锥花序式排列，单株花序（花盘）数量因生育条件而异，多的可达千朵以上。总苞片叶状，单轮，5枚，有疏毛，黄色，外缘舌状花1～2轮，雌花由8～9枚组成，盘内有管状花，两性，一般50～60朵小花。

果实　瘦果，4棱，略似葵花籽，光滑，先端钝圆，基部渐窄，黑色，具光泽。千粒重3～4克。



小葵子植株部分形态

生物学特性　短日照阳性植物，忌荫蔽，生育期长短主要决定于日照，但与昼夜长短、温度高低、土壤水分多少亦有密切关系。中国北方高纬度地区，北京生育期160～180天，其中营养期80～100天，生殖生长期相对延长，早开花能结实成熟，后开花种子未熟就遇霜冻。中国南方纬度低、日照短，不同季节种植亦有较大差异。云南省中部4月至8月种植，生育期120～141天。苗期生长缓慢，分枝后生长迅速，从播种出苗至分枝现蕾50天左右，初花至终花60～70天，终花后20天左右种子成熟。小花的结实率仅有30%左右。一般以早开花、中心花、上部花以及花盘的外缘花的结实率较高；土壤肥沃，管理水平高，有昆虫授粉，连片种植的结实率亦较高。盛花期高温多雨结实率低。

栽培技术　小葵子抗旱耐瘠，对土壤适应性强，山地、平地、坡地或红壤、黄壤、砾土、沙土均可种植。但未经风化的土壤或过于干燥的种植地、低洼积水地种植后植株生长不良。种子皮壳很薄，易吸水发芽。发芽率高达90%以上。但种子小，播种地要整得细，才能保证有较高的出苗率。

中国云南省干湿季分明，海拔在1 000米以下的热带无霜地区，旱地8月至9月播种亦可作水稻后茬作物于10月至11月播种。海拔在1 000～2 000米亚热带地区5月至6月播种，高海拔在2 000～2 400米温带地区4月至5月播种为宜。中国北方引种以春播为宜。

采用40～50厘米的宽行距，条播或穴播，播种量每公顷4.5～9.0千克为宜。出苗后，幼苗长至2～3对真叶时去弱苗，4～5对真叶时定苗，每穴2～3株，同时进行追肥。

终花后20天左右，小葵子叶变枯黄，果序褐色，瘦果(种子)呈亮黑色时即收获。采收后及时晒干脱粒贮藏。

用途　种子含油量40%左右，油脂呈淡黄色，澄明，无沫，未检出生物硷、黄酮等有毒成分，油脂中脂肪酸组成以亚油酸为主，占76～78%，高于其他食用植物油。亚油酸一直被用作降低胆固醇的重要药剂。除食用外，还可作制皂、油漆、润滑油的原料。油饼含蛋白质33%左右，是牲畜的精饲料，亦是优质有机肥料。秸秆含粗蛋白8.3%，是良好的饲料。鲜草含水分85～90%，含氮(N) 0.13～0.32%、磷(P_2O_5) 0.17～0.32%、钾(K_2O)0.3～0.78%、速效磷0.07%，是一种含钾量较高的绿肥。一般每公顷产鲜草30～45吨，鲜草中约含粗蛋白1.34%，粗脂肪0.34%，粗纤维1.56%，无氮浸出物3.21%，粗灰分1.3%，也是较好的饲草作物。小葵子花期长达50～80天，也是一种较好的蜜源植物。（诸远章　顾荣升）

小麦 (wheat)　禾本科Gramineae，小麦属*Triticum* L.，一年生或越年生草本植物。小麦适应性强，分布广，用途多，是世界上最重要的粮食作物，其总面积、总产量及总贸易额均居粮食作物的第一位，有1/3以上人口以小麦为主要食粮。在中国，小麦的地位仅次于水稻。

小麦属中有20多个种，栽培最广泛的是**普通小麦** *T. aestivum* (L.)Thell，占小麦总面积近90%；其次为**硬粒小麦** *T. durum* Desf.，约占小麦总面积的10%；其它栽培种仅有零星种植。

分布与产量　全世界自67° N的北欧至45° S的阿根廷南部，从低于海平面150米的中国吐鲁番盆地到海拔4 100米的中国西藏高原，都有小麦种植。主产区在北半球的30° N～60° N之间的温带地区，南半球的25°S～40°S之间的温带也有一定的种植面积；欧亚大陆和北美洲的小麦面积约占世界小麦总面积的90%，主要分布在海拔3 000米以下的地方。冬小麦秋季播种，次年夏季收获，面积约占3/4，分布广泛；春小麦春季播种，当年夏、秋季收获，面积约占1/4，多分布在纬度较高的地区。

20世纪50年代以来，世界小麦生产发展很快。1984～1986年，世界小麦年平均种植面积为23 042万公顷，总产量51 944万吨，占谷物总产量的1/4以上，与1948～1952年平均值比较，世界小麦面积扩大32.7%，单产提高123.1%，总产量增长202.6%。1984～1986年平均种植面积超过1 000万公顷的产麦国有六个。其中以苏联种植面积最大，以下依次为中国、美国、印度、加拿大、澳大利亚，这六个国家的小麦种植面积占世界总面积的67.1%。1984～1986三年平均小麦总产量最多的是中国，以下依次为苏联、美国、印度、法国、加拿大、澳大利亚，这七个国家小麦总产量占世界总产量的67.3%。在上述七个小麦主产国中，法国单位面积产量最高(虽然其种植面积居世界第十一位，而总产量却居第五位)，以下依次为中国、美国、印度、加拿大、苏联、澳大利亚(见表)。西北欧的英国、荷兰、丹麦、比利时、联邦德国等国的小麦平均单产都在5 000千克/公顷以上。迄今为止，世界上小麦高产纪录是美国华盛顿州1965年度收获的冬小麦品种格恩斯(Gaines)，在10.5公顷的灌溉地上获得每公顷14 055千克的产量。中国青海省诺木洪农场1979年在凉冷、干旱、有灌溉条件下种植2.38亩春小麦品种高原338，获得平均亩产1 013千克(折合每公顷15 195千克)的单产最高纪录。

在中国，各地都有小麦种植。全国冬小麦面积约占小麦总面积的84%，主要分布在长城以南，岷山、唐古拉山以东的黄河、淮河和长江流域，包括河南、山东、河北、江苏、四川、安徽、陕西、湖北、山西等省；春小麦约占16%，主要分布在长城以北，岷山、大雪山以西的黑龙江、内蒙古、甘肃、新疆、宁夏、青海等省(自治区)。种植面积最大的为河南、山东两省，

世界小麦主产国小麦面积和产量

国家	1948～1952			1979～1981			1984～1986		
	面积 (kha)	单产 (kg/ha)	总产量 (kt)	面积 (kha)	单产 (kg/ha)	总产量 (kt)	面积 (kha)	单产 (kg/ha)	总产量 (kt)
苏联	39 985	776	31 035	59 463	1 511	89 859	50 043	1 596	79 667
中国	23 038	690	15 914	28 930	2 047	59 196	29 498	2 968	87 544
美国	27 756	1 119	31 065	28 898	2 291	66 229	25 947	2 479	64 470
印度	9 290	655	6 087	22 364	1 545	34 550	23 770	1 915	45 477
加拿大	10 507	1 279	13 443	11 386	1 611	20 430	13 701	1 872	25 767
澳大利亚	4 620	1 117	5 161	11 440	1 263	14 468	11 658	1 491	17 383
法国	4 264	1 827	7 791	4 473	4 991	22 362	4 929	5 975	29 485
世界合计	173 693	988	171 647	253 226	1 885	443 516	230 421	2 254	519 444

注：1948～1952年资料摘自中国农业科学院科技情报研究所《一九四九年至一九八一年世界粮食、经济作物主产国的发展状况（统计资料）》；1979～1981年及1984～1986年资料摘自联合国粮农组织（FAO）《生产年鉴》第40期。

1949年中国的小麦面积为2 185万公顷，占全国粮食作物总面积的19.6%；总产量1 380万吨，占全国粮食作物总产量的12.2%。到1980年，面积达2 884万公顷，总产量达5 416万吨，分别占粮食作物总面积的24.8%、总产量的17.0%。1981年以来，中国小麦生产又有新发展，主要是单位面积产量有较大增加，总产量也大幅度增长。以1981～1985与1976～1980的5年平均值比较，种植面积持平（仅增加0.2%），而单产、总产均增长46%，年平均增长率为9.2%，是50年代以来增长速度最快时期（见图1、图2）。

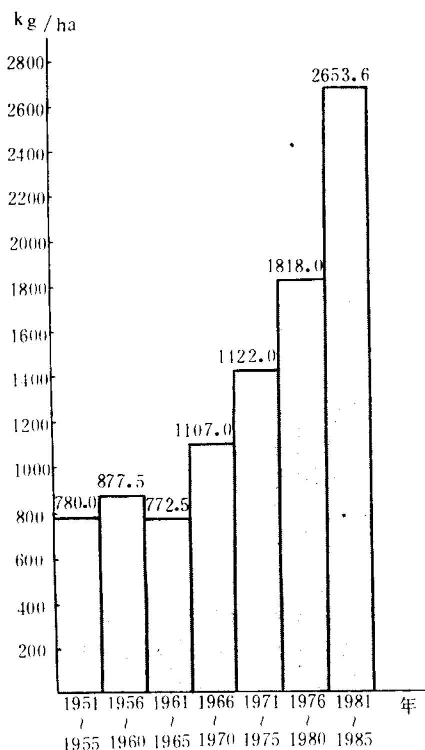


图 1　1951～1985年中国小麦单位面积产量

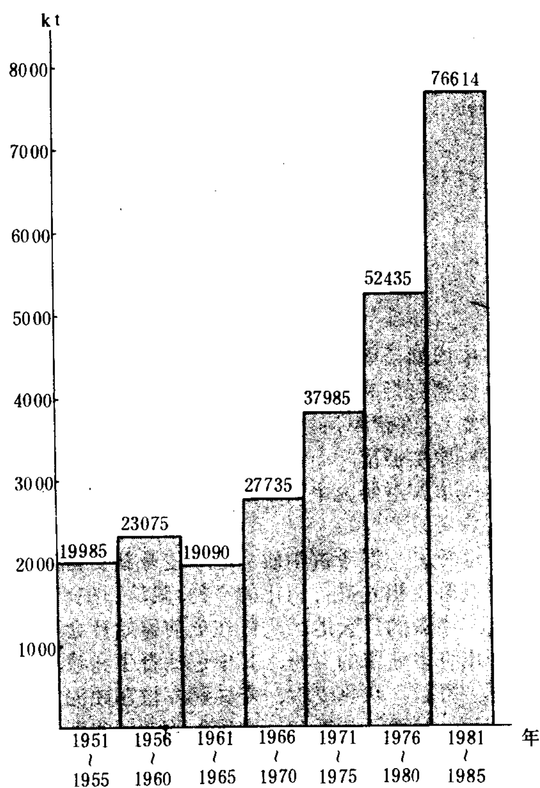
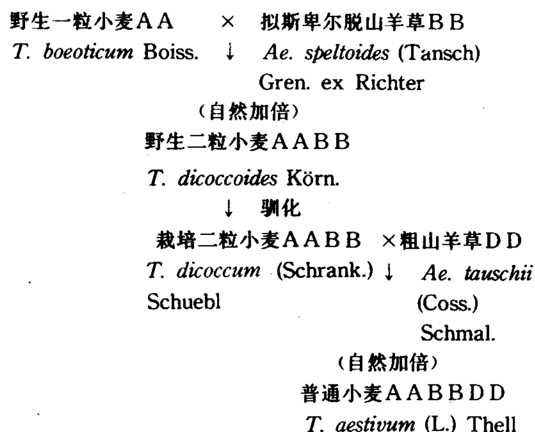


图 2　1951～1985中国小麦的总产量

起源与演化　小麦起源于亚洲西部。西亚和西南亚一带至今还广泛分布有野生一粒小麦、野生二粒小麦及与普通小麦亲缘关系较近的粗山羊草。从小亚细亚到伊朗的中东地区，特别是伊朗西南部、伊拉克西北部和土耳其东南部地区，是栽培一粒小麦和**提莫菲维小麦**最早被驯化之地。以色列西北部、叙利亚西南部和黎巴嫩东南部是野生二粒小麦的分布中心和栽培二粒小麦的起源地。普通小麦的出现晚于一粒小麦和

二粒小麦，一般认为约在8 000年前，起源于里海的西南部。

据考证，历史上某一时期，当伊朗西部某地栽培二粒小麦被带到粗山羊草分布地区后，发生了自然杂交，其杂种经染色体自然加倍后产生了普通小麦。其演化的过程，按传统的观点是：具ＡＡ染色体组的野生一粒小麦与具ＢＢ染色体组的拟斯卑尔脱山羊草自然杂交，产生了野生二粒小麦（染色体组ＡＡＢＢ）；野生二粒小麦驯化为栽培二粒小麦，再与具ＤＤ染色体组的粗山羊草自然杂交，才产生了普通小麦（染色体组ＡＡＢＢＤＤ）。其演化的过程图解如下：



在中国继云南小麦亚种发现之后，在西藏高原又发现有麦穗自行断节的普通小麦原始类型（称西藏半野生小麦）；在伊犁河谷有大片的粗山羊草（中国通称节节麦）原生群落，而黄河中游麦田早就有混生节节麦，这些事实对研究中国小麦的起源、演化与传播具有重要意义。

栽培历史　据考古学研究，小麦是新石器时代的人类对其野生祖先进行驯化的产物，栽培历史已有1万年以上。中亚的广大地区，曾在史前原始社会居民点上发掘出许多残留的实物，其中包括野生和栽培的小麦小穗、籽粒，炭化麦粒、麦穗和麦粒在硬泥上的印痕。其后，从西亚、近东一带传入欧洲和非洲，并东向印度、阿富汗、中国传播。早在公元前7 000～前6 000年，在土耳其、伊朗、巴勒斯坦、伊拉克、叙利亚、以色列就已广泛栽培小麦；公元前6 000年在巴基斯坦，公元前6 000～前5 000年在欧洲的希腊和西班牙，公元前5 000～前4 000年在苏联的外高加索和土库曼，公元前4 000年在非洲的埃及，公元前3 000年在印度，公元前2 000年在中国，都已先后种植小麦。中国的小麦是由黄河中游逐渐扩展到长江以南各地，并传入朝鲜、日本。公元15世纪至17世纪间，欧洲殖民者将小麦传播至南、北美洲；18世纪，小麦传播到大洋洲。

中国栽培小麦历史悠久。1955年在安徽省亳县钓鱼台发掘的新石器时代遗址中，发现有炭化小麦种子；殷墟出土的甲骨文有“告麦”记载，说明公元前1238～前1180年小麦已是河南省北部的主要栽培作物。《诗经·周颂·清庙思文》：有“贻我来牟”，亦作“麳麰”。三国魏张揖（3世纪）《广雅》有：“大麦，麰也；小麦，麳也”的记载。以后的古代文献中，将小麦简称为麦，其他麦类则于“麦”前冠以“大”、“穬”等字，以与小麦相区别。根据《诗经》中提及的“麦”所代表的地区，说明公元前6世纪，黄河中下游已普遍栽培小麦。据以后史书记载，长江以南地区约在公元1世纪，西南部地区约在公元9世纪都已经种植小麦。到明代《天工开物》（1637年）记载，小麦已经遍及全国，在粮食生产上占有重要地位。

特征特性

籽粒　为颖果。顶端有茸毛，称冠毛。其腹面有沟，称腹沟，腹沟深浅与出粉率有关。种子由皮层、胚乳和胚3部分组成。皮层是保护组织，约占种子重量的5～8%，包括果皮和种皮；种皮又分内外层，其中内皮层含有色物质，使籽粒显出不同颜色，有红、白或琥珀色之分。胚乳约占种子重量的90～93%，提供种子发芽和幼苗初期生长所需的养分。胚乳中大部分为淀粉，小部分为含氮物质和纤维素。胚乳的最外面为糊粉层，里面包着淀粉胚乳。磨粉时，淀粉胚乳是面粉的主要组成部分，麦麸主要是糊粉层及其外边的皮层。胚由胚根、胚轴、胚芽和盾片组成，约占种子重量的2%。胚芽外边包着胚芽鞘，里面有生长点、叶原始体及腋芽。发芽后，胚芽鞘破土出苗，长成幼苗（见图3）。通过休眠期的种子，在一定水分、温度和空气条件下开始发芽，发芽的最适温度为15～20℃，最适含水量为种子干重的35～45%。

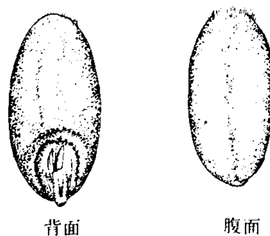


图3　小麦籽粒

根　为须根系，由初生根和次生根组成。初生根一般为5条，少则3条，条件适宜时可达7条，初生根入土较深，可以长期存活，并具有吸收功能。次生根在三叶期后从分蘖节上长出。正常的分蘖也长出自己的次生根。低温条件下根的生长可超过茎、蘖的生长；在温度升高时，情况则相反。根系的数量和分布，受土壤、水分、通气和施肥等情况的影响，通常主要分布于50厘米以内的土层中，一般在20厘米土层内占全部根量的70～80%。冬小麦根系的总量常大于春小麦（见图4）。

叶　分为叶片和叶鞘，在叶鞘与叶片相连处有一叶舌，其两旁有一对叶耳。叶鞘紧包节间，有保护和

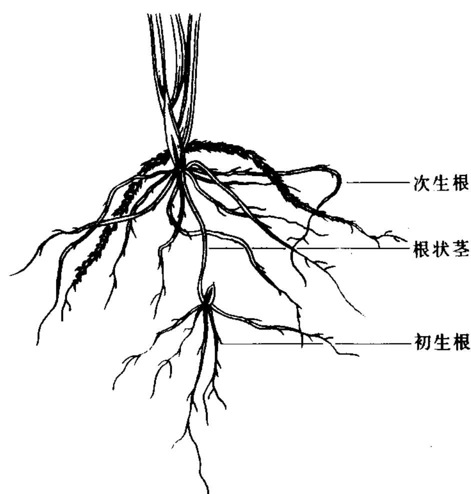


图 4 小麦根系

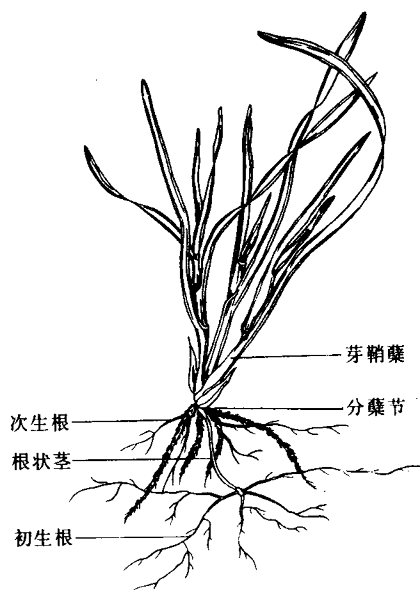


图 6 小麦苗期分蘖形态

加固茎秆作用。冬小麦一生主茎有12～16片叶，春小麦7～12片叶，因品种和地区栽培条件而不同。叶片光合能力的强度，除与品种特性有关外，还受光照强度、空气中CO_2浓度、水分和矿质营养的影响（见图5）。

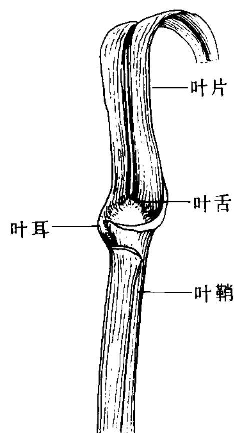


图 5 小麦的叶

分蘖　从基部分蘖节上长出，与叶片出生有一定的同伸关系。在正常情况下，当主茎第四叶伸出后，同时从第一叶腋中长出第一分蘖；当主茎第五叶伸出后，第二叶腋中长出第二分蘖。当每个分蘖长出３个以上叶片时，在分蘖上又能长出二级分蘖，条件适宜时还可长出三级以上的分蘖。麦苗分蘖的多少，决定于生长条件和品种特性，在大田生产条件下每株平均滋生2～3个分蘖。分蘖生长的适宜温度为12～16℃，低于8～10℃或高于25℃时，分蘖生长缓慢；低于2～3℃或高于30℃时，则停止分蘖。适期播种的小麦，出苗后15～20天开始分蘖，至拔节前分蘖数达到最高峰。拔节前后，植株由营养生长转入生殖生长，有效分蘖基本稳定下来。一般早生的分蘖能长出麦穗，晚生分蘖往往无效。分蘖成穗多少，决定于品种特性、环境条件和栽培条件，一般大田成穗率为25～40%，单株成穗数在1.2左右。冬小麦的分蘖数和成穗数多于春小麦（见图6）。

茎　在苗期并不伸长，各节紧密相连。当光照阶段结束时，茎基部节间开始伸长。当茎伸长达到3～4厘米，第一节间伸出地面1.5～2.0厘米时，称为拔节。茎呈圆筒形，由节与节间组成。茎节坚硬而充实，多数品种节间中空，但也有实心的品种。冬小麦一个主茎上有12～16个节，但只有上部4～6个节间伸长；春小麦有7～12个节，绝大多数为４个节间伸长。茎的基部节间短而坚韧，从下而上逐节加长，最上部１个节间最长。茎是植株运输水分和营养物质的主要器官。同化产物由茎输送，也可在茎中贮存。同时，茎又是支持器官。茎成熟时呈黄色，也有少数呈紫色的（见图7）。

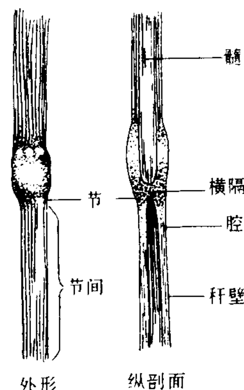


图 7 小麦的茎节

穗　为复穗状花序。麦苗在生长锥伸长时，就开始分化幼穗，进而逐步分化发育出小穗、小花、雄蕊、雌蕊、花粉粒，最后抽出发育完全的麦穗。麦穗的形状、长宽和小穗排列的松紧度，因品种而异，可分为纺锤、长方、棍棒和椭圆等形状。麦穗由许多节片组成穗轴，穗轴的每个节片上着生１个小穗。每个小穗有１个小穗轴、2片护颖和2～9朵小花。正常发育的小花有外颖（稃）、内颖（稃）各一，３个雄蕊和１个雌蕊，花内还有２个鳞片（见图8）。外颖顶端可伸长成芒，有长芒、短芒、顶芒、曲芒、无芒之别。穗形、颖壳色、粒色和芒（有无、长短），常作为识别品种的标志。小麦是自花授粉作物，一般自然异交率不到1%。开花授粉后，受精的子房发

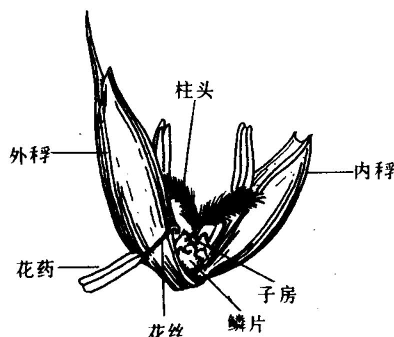


图 8　小麦花的构造

育成长为颖果，俗称种子。

发育特性　小麦从种子萌发到成熟的生活周期中，要经过几个发育阶段。通过每一发育阶段时，都要求一定的综合外界条件，如温度、光照、水分、空气、营养物质等，但其中某个条件对某个发育阶段的通过又起主导作用。迄今研究得比较多的有春化阶段和光照阶段。小麦自种子萌发后只要有适当的外界条件，就进入春化阶段，通过这个阶段要有一定时间和一定程度的低温。根据小麦品种对低温反应的不同，可分为冬性、弱冬性、春性。冬性品种通过春化阶段的适宜温度为0～3℃，经历时间为35天以上；弱冬性品种的适宜温度为0～7℃，经历15～35天；春性品种适宜温度为0～20℃，经历5～15天。中国冬麦区自北向南，品种的春化特性分别为强冬性、冬性、弱冬性、偏春性、春性。春小麦都是春性、偏春性，有的没有明显的春化反应。也有秋播和春播都可正常发育的兼性小麦品种。冬小麦越冬期间，耐寒品种短时期可耐－20℃的低温，但进入生殖生长后，遇到0℃左右的低温，就会发生冻害。小麦茎生长锥开始伸长即标志已通过春化阶段，只要外界条件合适，就转入光照阶段的发育。此时各项条件中主要因素是每天有比较长的日照时数和一定的天数，其次要求比较高的温度。中国根据品种对日照长短的反应，大体上分为三个类型：反应敏感的，每天日照12小时以上，经过30～40天，才能通过光照阶段而抽穗；反应中等的，每天日照12小时，经过24天左右可以抽穗；反应迟钝的，每天日照8～12小时，经过16天以上可以抽穗。三种类型都以温度20℃左右通过光照阶段最快；温度低于10℃或高于25℃，则趋向缓慢。一般高纬度地区的品种，属于光照反应敏感类型；低纬度地区的品种，属于迟钝类型。小麦通过春化阶段发育后，如果光照阶段的要求得不到满足，也不会进一步发育，不能正常抽穗。

冬小麦为越年生作物，一般是冬前生长营养器官，越冬后形成生殖器官。冬小麦全生育期较长，但不同地区和品种的全生育期长短差异很大，中国南方冬麦区全生育期短的只有120天，北方冬麦区全生育期长的达270天以上，中国西南部高海拔地区的冬小麦可长达330天以上。春小麦全生育期较短，通常为80～120天。冬、春小麦都经历出苗、分蘖、拔节、抽穗、开花、灌浆到成熟等一系列明显的生育时期。

品种改良　不断改良品种，是各产麦国提高单位面积产量的普遍而有效的措施。美国1964～1969年由于推广高产的矮秆品种格恩斯与纽格恩斯 (Nugaines)，华盛顿州的小麦单产比1958～1962年提高25%。在苏联，60年代中后期由于推广无芒1号(Безостая1)和米罗诺夫808(Мироновская 808)两个高产品种，每年增产小麦200万～350万吨。在法国，推广冬小麦舒瓦极星(Etoile de Choisy) 使南部地区小麦单产由平均每公顷 2 500 千克提高到 4 000 千克。60年代以来，墨西哥由于选育推广半矮秆高产品种，在相应的栽培措施配合下，1968～1969 年全国小麦平均每公顷 2 680 千克，比50年代初期提高两倍多。至80年代已增长到每公顷约4 000千克。

中国从1949年以来随着小麦生产的发展，陆续育成和推广了大批丰产抗病品种，多数地区已实现四五次品种更换。1960年前后，北方冬麦区的碧蚂1号、南方冬麦区的南大2419，种植面积曾分别达到600万公顷和467万公顷；1970年前后，济南2号、北京8号、内乡5号种植面积都在100万公顷以上；1980年前后，泰山1号种植面积达374万公顷，丰产3号、博爱7023、绵阳11的面积也都超过100万公顷；至80年代中期，济南13、百农3217种植面积均达到140万公顷左右。这些品种在中国小麦增产上起到了重要作用。多年来，中国小麦育种的主要目标是提高产量，在此基础上相应考虑抗病、抗逆、品质等问题。由于陆续推广了一批批丰产、抗锈品种，在全国范围内已基本上控制了锈病危害。

现代各国在小麦品种改良上多以高产稳产为首要目标，并重视品质的改进。在抗逆稳产性方面十分重视品种的抗病虫性与广泛适应性，在抗病虫育种上从窄谱抗性发展到广谱抗性，从抗单一病虫害发展为多抗性育种，并注意把"垂直"抗性与"水平"抗性、抗侵入与抗扩展结合起来，使育成品种的抗性更为持久。矮化育种从60年代育成第一个半矮秆高产品种格恩斯以来引起普遍重视，各国相继培育和推广了耐肥抗倒的半矮秆品种，对促进小麦高产起了重要作用。改进株型，是提高群体光能利用率，实现高产更高产的重要途径，各国学者除注意半矮秆品种的叶片半直立、穗大、多花多粒的株型育种外，还研究了高产品种的最优冠层结构，以期改善冠层中下部的光合性能，进一步提高生物产量与收获指数。在改进品质方面，不仅重视加工品质，而且要求营养品质的提高。自从50年代发现阿特拉斯66(Atlas 66)含有来自巴西品种弗朗

多索(Frondoso)的高蛋白基因后，许多育种工作者以此为基础材料，开展品质育种，育成了产量不低于推广品种而蛋白质含量高出1～2%的新品种在生产上应用，同时还创造了不少高蛋白质、高赖氨酸的新种质。

在育种途径与方法上，世界各国仍以品种间杂交育种法为主，结合采用系统育种、诱变育种、远缘杂交等。国家和地区之间相互引种，也是常用的方法之一。中国通过品种间杂交育成的小麦品种约占推广品种的1/2以上，如碧蚂1号、丰产3号、济南2号、北京8号、泰山1号等许多著名品种都是通过品种间杂交选育的。用远缘杂交和辐射诱变也育成了一些品种，东北的龙麦号、西北的小偃号就是小麦与偃麦草杂交的衍生物；北部冬麦区育成的"丰抗号"，是以具有小麦-黑麦1B/1R代换系的后代杂交后选育出来的，它们继承了来自黑麦1R染色体的抗锈病和抗白粉病特性。湖北省70年代推广的鄂麦6号是利用钴60-γ射线照射南大2419诱变育成的。应用花药培养育成的小麦品种，有的也开始在生产上种植。

利用异地自然条件，进行春小麦冬繁、冬小麦夏繁或春繁，一年两代；或应用温室条件，结合"单粒传"方法，加速育种进程，都取得了良好的效果。国际玉米小麦改良中心开展的冬、春麦杂交，高、低海拔地区交互种植，有目的的穿梭育种，以及在第三世界范围内广泛布点进行多点鉴定的一套育种程序和方法，对于聚合优良基因、改善遗传背景、增强适应性、提高产量具有重要意义。

栽培管理　苏联、美国、加拿大、澳大利亚等国主要产麦区，一般是一年一熟或因降水不足平均不到一熟，有的小麦前茬为秋熟作物，有的种在休闲地或前茬为饲料地。在中国，北方冬麦区多为一年二熟或二年三熟；南方冬麦区以稻作为主，多数为一年两熟，少数为二年五熟或一年三熟；春小麦区基本上是一年一熟。此外，还有用小麦实行麦粮、麦棉、麦油间作、套种的。

小麦单产由单位面积穗数、每穗粒数和粒重构成。在大面积生产上，往往因穗数不足而影响产量，因此，要注意增加穗数；在高产栽培中，又常常因穗数过多而引起倒伏，因此，要在一定穗数的基础上，注意提高穗重。栽培技术应该根据当地的自然条件、生产条件和品种特性，掌握合理的群体结构，使群体与个体得到协调发展，最大效率地利用光能与地力，提高生物学产量和收获指数。

小麦栽培技术，首先要注意提高整地与播种质量，保证全苗，培育壮苗。播种前，要因地制宜选用良种和纯净、整齐、饱满、发芽率高的种子，做好种子处理或药剂拌种，以防治由种子和土壤传播的病虫害。要精细整地，以创造一个良好的肥、水、气、热条件，有利于小麦种子发芽、出苗和麦苗生长。在中国，北方灌区采取平地筑畦，渠系配套，以便灌溉；旱地则注意犁耕蓄墒、耙耱保墒、镇压提墒等措施，以提高抗旱能力。南方稻茬田，采用犁耕或旋耕，结合碎土，并整理成深沟高畦，以利排水，有的还修筑暗沟或铺设暗管，降低地下水位，防止湿害。旱地种麦，一般采用条播；稻茬田种麦，采用撒播或条播。冬小麦适宜播种温度为15～18℃，在适期范围内争取早播；春小麦经常是顶凌播种。播种深度，冬小麦3～5厘米，春小麦2～3厘米。冬麦区以主茎和分蘖成穗并举，每亩基本苗15万～25万；春麦区以主茎成穗为主，基本苗常高于冬麦区。旱地表土干松，播种后立即镇压，才有利出苗和防冻。

小麦需肥较多，以土层深厚、排水良好、富含腐殖质的壤土、粘壤土为适宜。每生产100千克籽粒，一般需从土壤中吸收N3.0～3.5千克、P_2O_5 1.0～1.5千克、K_2O 2.0～4.0千克。为促进苗期早发和冬前达到一定的分蘖数，拔节期巩固分蘖成穗，要施足基肥、适当施苗肥和巧施拔节肥。冬小麦对氮素的吸收有两个高峰，出现在分蘖到越冬和拔节到孕穗；春小麦则以拔节到孕穗吸收氮、钾肥为最多。施好起身拔节肥，能促使分蘖成穗和穗大、粒多。脱肥麦田适量补施孕穗肥，可防止早衰，增加粒重。基肥不足的麦田，抓紧在冬前或冬季补施追肥，有利增蘖、增穗。中国南方冬麦区，由于雨水多、日照少，麦苗易旺长，一般少施或不施起身拔节肥，而是看苗酌情施用拔节孕穗肥。

小麦一生中总耗水量为400～600毫米，春小麦略低。拔节到乳熟期需水最多，占总耗水量的60%左右，其中以抽穗到开花的日耗水量最大，拔节至抽穗、开花至成熟次之。所以在干旱少雨地区或干旱年份需要灌水。中国北部冬季干旱，冬小麦一般年份要增灌防冻水；中国南方春季雨水多，要加强排水，以利根系发育与灌浆结实。

及时收获脱粒，可以避免不良气候所造成的损失。用手工收获的，一般可在蜡熟中期开始，种子含水量在30%左右；用联合收割机收获的，一般宜在蜡熟末期至完熟期进行，种子含水量在20%左右。脱粒后，及时扬净、干燥，种子含水量一般不高于13%，以便贮藏。

加工和利用　小麦是营养比较丰富、经济价值较高的商品粮。小麦籽粒含有丰富的淀粉、较多的蛋白质、少量的脂肪，还有多种矿物质元素和维生素B。小麦籽粒的蛋白质，主要由麦谷蛋白和醇溶蛋白组成，俗称面筋。它在面粉加水制成面团后，可形成有弹性的网状结构，经发酵膨胀后适于烤面包、蒸馒头。小麦食品工艺品质的好坏，取决于蛋白质的含量与质量，这两者受品种和环境条件的影响都很大。籽粒蛋白质含量高的可达20%以上，一般为10～15%，高于其他谷

物。一般是硬粒小麦高于普通小麦，春小麦高于冬小麦。硬质普通小麦含蛋白质、面筋较多，质量也较好，主要用于制面包、馒头、中国面条等主食品；软质普通小麦粉质多、面筋少，适于制饼干、糕点、烧饼等；粒质特硬、面筋含量高、质量较韧实的硬粒小麦，适于制通心面、意大利式面条和挂面。少数地区也有种植普通小麦供放牧或收籽粒作饲料用的。小麦籽粒还可以作为制葡萄糖、白酒、酒精、啤酒、酱、酱油、醋的原料；麦粉经细菌发酵转化为麸酸钠后，可提制味精。面粉加水揉成面团后，可漂洗出湿面筋，经油炸后制成油面筋，作为美味副食品。

小麦加工为食品之前，必须进行**磨粉**，将胚乳淀粉与皮层和胚分离开来，以便利用。有时还对面粉漂白以及增添营养成分。国际上，小麦出粉率为70～75%。制粉品质好的小麦，容易加工、出粉率高、灰分少、色泽好。这取决于胚乳质地，籽粒容重、大小、整齐度、形状、颜色和皮层厚薄等性状。由整个籽粒磨成的面粉为全麦粉，含有较多的营养成分。筛去麸皮、胚后，由胚乳磨成的面粉为精制粉，其中已失去一些维生素B和矿物质。磨粉过程中，最大限度地清除麸皮所得到的面粉，称头号粉；次之为二号粉；如将各个粉路系统生产的面粉全部混合，即为通粉，通常有标明出粉率(或称提取率)为72%或85%的通粉。中国生产的面粉，多数为出粉率81%的通粉。制粉筛出的麸皮和不适于制粉的小麦，主要用于饲料，麦麸是优质饲料。麦秆可作粗饲料、褥草、造纸原料、堆制或还田做肥料，以及编织手工艺品等。

贸易　小麦是重要的商品粮食。世界小麦贸易额超过所有其他谷物的总和，1977/78、1978/79两年平均每年贸易额约8 000万吨，比1949/50一年的2 300万吨增长2倍多。80年代仍继续增长，1983/84、1984/85两年平均每年贸易额达9 280万吨。主要出口国家为美国(3 488万吨，1983/84、1984/85两年平均，下同)、加拿大(1 741万吨)、澳大利亚(1 320万吨)、法国(1 320万吨)、阿根廷(855万吨)，这5个国合计约占世界小麦总出口量的84%，其中美国的出口数量约占其总产量的50%以上，澳大利亚与阿根廷约占70%以上，加拿大约占80%以上，主要进口国家为苏联(2 393万吨)、中国(856万吨)、埃及(702万吨)、日本(575万吨)、巴西(446万吨)等。

世界小麦贸易额的迅速增长主要由于发展中国家进口额的增长。70年代以来发展中国家每年消费小麦约1.5亿吨，其中1/3靠国外进口，除了中国、埃及和巴西的进口数量较大外，阿尔及利亚、摩洛哥、朝鲜、巴基斯坦、越南、伊拉克、伊朗、古巴、孟加拉、尼日利亚、墨西哥和印度等国，每年均有一定数量的进口。这15个国家的进口量之和约占世界发展中国家进口总量的2/3。印度原是世界小麦进口大国之一，60年代中期以后由于扩大种植面积和推广高产品种，产量大幅度提高，进口数量迅速缩减，到70年代末基本自给。中国从1961年开始进口小麦，60年代每年进口量为350万～620万吨，70年代末进口量增加到800多万吨，至80年代中期，每年仍有一定数量进口。中国政府致力于在小麦生产适宜区建立商品小麦生产基地，稳定面积，提高单产，以求基本做到供求平衡。

参考书目

金善宝主编：《中国小麦栽培学》，农业出版社，北京，1961。

中国农业科学院主编：《小麦栽培理论与技术》，农业出版社，北京，1979。

(吴兆苏　沙征贵)

小麦矮化育种 (breeding wheat for semi-dwarfness)　以秆矮抗倒为主要目标的小麦品种改良工作。20多年来世界小麦产量平均每年以3.4%的速度增长，主要原因之一是越来越多的麦田种植了优良的半矮秆品种。但并非越矮越好，过矮的品种生物学产量低，冠层低而密集，通风透光不良，易发生病害。实践表明，在正常情况下，株高为70～85厘米的半矮秆小麦增产潜力最大。小麦矮化育种实际上就是选育优良的半矮秆品种。

简史　1873年就有关于日本农民种植矮秆小麦的报道。追溯当今大多数半矮秆小麦的矮源主要来自日本的地方品种赤小麦 (Akagomugi)和达鲁玛 (Daruma)。1911年赤小麦引到意大利后，N.斯特拉帕里(Strampelli)以它为亲本，杂交后育成了短秆品种矮立多 (Ardito，1916)、维拉·格罗里 (Villa Glori，1918) 和衍生的半矮秆品种玛拉(Mara)。日本用白达鲁玛与美国品种杂交，1935年选育出著名的矮秆品种农林10号。朝鲜用红达鲁玛为亲本进行类似的杂交，1932～1936年间先后育成了水源85(Suweon 85)、水源92和修选27(Seu Suen 27)等矮秆品种。1946年农林10号引入美国后，农业部驻华盛顿州育种家O.A.沃格尔 (Vogel) 用它与本国品种布瑞沃(Brevor)杂交，1953年选出半矮秆的中间选系农林10-布瑞沃14 (Norin 10-Brevor 14)。随后进一步改良，于1961年育成了在美国西北部两公顷土地上创单产14.1吨/公顷高产纪录的半矮秆冬小麦品种格恩斯(Gaines)。**国际玉米小麦改良中心的*N. E.* 勃劳格**与墨西哥国家农业研究所合作，1954～1955年间用农林10-布瑞沃14 的F_2代半矮秆材料与早熟高秆品种杂交，于1962年育成了皮梯克62(Pitic 62)、拜尼莫62(Penjamo 62) 等第一批半矮秆春小麦。嗣后陆续选育出一系列高产、抗病、适应性广的半矮秆春性品种，在中美、南亚、中东、北非、南美等地广为种植。1964年英国从智利引入两个“沃格尔”选系的衍生后代用于杂交计划，1974年育成了第一个半矮秆冬小麦品种范丁(Fundin)，随后又育

出赫必特(Hobbit)、诺尔曼(Norman)、阿维龙(Avelon)等半矮秆高产品种。

中国的小麦矮化育种始于50年代，前后使用的矮源较多，其中比较成功的有朝鲜的水源86和意大利的St2422/464等。1957年原陕西省农业综合试验站用水源86与西农6028杂交，选出了株高65厘米左右的咸农39，成为矮化育种的突破口。嗣后其它单位用咸农39及其衍生材料杂交育成了株高80厘米左右的矮丰3号、郑州761、豫麦2号等一大批半矮秆品种；用St 2422/464杂交选出了株高80～85厘米的烟农15、高38、小偃6号、宁7317等半矮秆品种在生产上推广利用。此外，在北方用短秆品种蚰子麦、辉县红分别与有关品种杂交，育成了泰山4号、蚰包麦、冬协2号等；在南方用意大利品种IBO1828等作矮源育出了繁6、绵阳11号等半矮秆品种，分别在南方冬麦区和四川省广泛种植。

赤小麦和农林10号的半矮秆基因已导入硬粒小麦。1965年国际玉米小麦改良中心育成了第一个半矮秆硬粒小麦品种欧维齐克65(Oviachic 65)，以后相继育出了包括墨西卡里75(Mexicali 75)在内的许多半矮秆品种。意大利利用墨西哥材料育成了吉尔吉奥(Giorgio)和杰拉多(Gerado)两个系列的半矮秆品种，在不同地区用于生产。

矮秆的遗传　株高既受主基因控制，又有修饰基因的影响，前者的表现在不同遗传背景上不尽一致，现已探明矮化基因可分为三类：一为降秆基因，以Rht表示，又称半矮秆基因，是矮化育种供体的对象；二为草丛矮基因，以D表示，又称杂种矮，常在亲缘关系较远的杂交后代中出现，严重时呈草状丛生，被看成是杂交育种的障碍，至少由四个位点的显性基因间不同互补方式造成的；三是独秆矮基因，以us表示，受两对具重复效应的隐性基因控制，纯合时也呈丛状，常不抽穗。第二、三类型在矮化育种中无甚利用价值。

迄今已鉴定并统一编号的降秆基因有20个，从Rht_1至Rht_{20}，其中天然产生的7个，理化因素诱发的13个。研究较多的是农林10号携带的Rht_1和Rht_2，二者为部分隐性，对株高的效应十分相似，并存在着剂量效应，即携带两个基因的株高比携带一个基因的要更矮些。Rht_1位于染色体4Aα上，Rht_2位于4DS上。矮化育种上利用较为广泛的除这两个基因之外，还有来自日本赤小麦的Rht_8和Rht_9。Rht_8位于2D上，Rht_9位于7BS上。以上四个基因对小麦生长和产量形成没有明显的不良影响。Rht_3来自大拇指矮，降秆作用较强，属部分显性，位于染色体4Aα上，与Rht_1互为等位基因。因其植株很矮，可能对产量有不良影响，但在中国南京用它做矮源已育成一些半矮秆品系，可供配制杂交小麦用。Rht_{10}来自中国陕西省品种矮秆早中的天然突变体矮变1号，降秆作用比Rht_3还要强，属不完全显性，位于4DS上，但与Rht_2不等位。其纯合体植株太矮，杂交后呈两极分离，育种利用价值尚待明确。Rht_1、Rht_2、Rht_3和Rht_{10}对赤霉酸(GA_3)反应不敏感，并有缩短芽鞘的效应而影响出苗率，其缩短程度与降秆能力成正比。其余的矮化基因，不论自然的或诱发的，对赤霉酸反应都属敏感型。在人工诱发的降秆基因中，矮化作用最强的是Rht_{12}，源自卡加格522品种(Karcag 522)，属接近完全显性；对缩短芽鞘程度较轻的是Rht_4，来自美国品种泊特(Burt)。研究还表明带有Rht_1、Rht_2的半矮秆品种比相应的rht品种具有较高产的潜力，主要是穗粒数增多，但籽粒蛋白质含量则略有下降趋向。同时认为Rht基因型对不良环境条件特别是对干旱的反应比较敏感。

关于上述20个降秆基因的染色体位置、来源品种、显隐性关系及其对赤霉酸反应见下表。

基因符号	来源	染色体定位	显隐性	对赤霉酸反应
Rht_1	农林10号等为Daruma衍生品种	4Aα	隐性	不敏感
Rht_2	同Rht_1	4DS	隐性	不敏感
Rht_3	大拇指矮(Tom Thumb)	4Aα	部分显性	不敏感
Rht_4	Burt辐射突变体		隐性	敏感
Rht_5	Marfed EMS诱变体		部分显性	敏感
Rht_6	Burt		隐性	敏感
Rht_7	Bersee EMS诱变体	2A	隐性	敏感
Rht_8	赤小麦	2D	隐性	敏感
Rht_9	赤小麦	7BS	隐性	敏感
Rht_{10}	矮变1号	4DS	不完全显性	不敏感
Rht_{11}	Karlik 1，无芒1号诱变体		隐性	不敏感
Rht_{12}	Karcag 522辐射突变体	5A	显性	不敏感
Rht_{13}	Magnif 41诱变体		隐性	不敏感
Rht_{14}	Castelporziano, Cappelli的诱变体		部分显性	不敏感
Rht_{15}	Durox, K6800707的诱变体(硬粒小麦)		隐性	不敏感
Rht_{16}	Edmore诱变体(硬粒小麦)		部分显性	不敏感
Rht_{17}	Chris诱变体		隐性	不敏感
Rht_{18}	Icaro, Anhinga的诱变体(硬粒小麦)		部分显性	不敏感
Rht_{19}	Vic诱变体(硬粒小麦)		部分显性	不敏感
Rht_{20}	Burt诱变体		隐性	不敏感

育种注意事项　现有的半矮秆品种，特别是过矮的品种，往往后期生育和成熟不良，容易感染病害，种子饱满度差；有些品种胚芽鞘短，出苗差，根系较浅，大多数品种对不良环境反应敏感，适应性较差。这些都是矮化育种中亟待解决的问题。品种间杂交是当前矮化育种的主要途径，但在现有优良品种中进行诱变育种也是切实可行的做法。如中国的津丰1号是由石家庄63经γ射线处理后育成的；美国的斯塔得勒（Stadler）是从MO、W6243选系经热中子处理后选育出的，它们的株高都比原品种矮，抗倒伏力也明显增强。

杂交育种时首先要对现有矮秆材料进行严格筛选，选用降秆能力较强、缺点较少的品种作为矮秆供体。如现有矮秆品种中尚无合适的亲本，可通过理化诱变或花药培养创造新的矮源，即有可能在短期内从含有隐性半矮秆基因的优良组合中选出可供利用的矮秆中间材料或品种。配置组合时最好选用粒大、饱满、熟相好的丰产品种为配对亲本，因为Rht_1、Rht_2等基因可能会使籽粒变小，同时也要考虑两亲结合后矮化基因出现剂量效应的可能性。F_1代要积累不同矮源在不同组合中株高表现的资料，从中明确降秆作用大的优良矮源。由于半矮秆基因大多是隐性遗传，必须采用系谱法才能尽快在F_2、F_3代选出优良矮秆单株（系），以便进一步优化。但是，中秆×中秆的组合，只要含有Rht基因或对矮化有修饰作用的基因，也有可能出现半矮秆的超亲后代。如辉县红×阿勃育成比双亲都矮的泰山4号，蚰包（短秆）×有芒白2号（中高秆）选出了半矮秆的冬协2号等。

考虑到矮化基因有多重效应，其综合表现又与遗传背景有关，且杂合的中秆后代还有可能分离出半矮秆或矮秆的植株，所以F_2代在优先选留矮至半矮的优良植株的同时，可适当放低株高的选择压力。矮化育种的目的在于高产，而高产麦田往往生育期延长，病害增多，选择时应注意熟期、抗病性和丰产性的结合。一般来说，矮秆与生物学产量有一定的矛盾，所以对冠层结构性状也应加以考虑，上部叶片夹角小，旗叶稍宽，面积稍大的品种，有利于通风透光，可在同样的叶面积系数下提高光合生产率，实现增加生物学产量与提高收获指数的统一。至于矮秆品种可能出现的早衰现象，可通过慎选矮源、合理掌握、株高选择和重复杂交予以克服。为了减免半矮秆基因胚芽鞘短会给生产带来不利影响，在选育过程中应着重观察杂种后代的出苗情况和苗期长势，也可在室内进行一些辅助性测定。

实践表明，半矮秆品种对不良环境条件的反应较为敏感，因此在确定生产应用时要有多年多点的资料。美国华盛顿州用高矮不同但各具Rht_1或Rht_2的等基因系在不同地点、不同条件下进行两年试验结果，认为在美国太平洋西北部地区，单基因剂量的品系在全部试验环境中都表现增产；两基因剂量的品系一般在高肥水条件下有倒伏危胁时才能增产；在中等产量水平下半矮秆品系并不比标准株高的品系产量高。该研究还指出，在中高秆或高秆的轮回亲本中引入半矮秆基因比在较矮的轮回亲本中引入半矮秆基因，增产效果好。中国小麦产区广泛，气候、土壤、肥力和栽培水平差别很大，开展矮化育种时应该格外注意基因型与环境互作的问题。（赵洪璋　严威凯）

小麦病害（wheat diseases）　因真菌、细菌、病毒、线虫等病原生物侵染，或因环境因素失调，使小麦受害，影响正常生长发育，导致产量和品质降低，甚至死亡。其中因环境因素失调而引起的病害，称为非侵染性病害，或称生理性病害。

简况　全世界小麦病害有200多种，重要的约50种，每年造成的产量损失10～20%。其中以锈病（包括条锈、秆锈、叶锈）、赤霉病、黑穗病（包括腥黑穗、散黑穗、秆黑粉等）、白粉病、全蚀病、黄矮病、根腐病等分布广，为害严重。秆锈病*Puccinia graminis*曾在世界范围内造成严重为害。据估计，北美洲1955年因秆锈病损失小麦25亿多千克；中国20世纪50年代在春麦区也常受其为害而减产。条锈病*Puccinia striiformis*为害范围也广。1950年和1964年中国条锈病两次大流行，分别减产60亿千克和30亿千克。叶锈病*Puccinia recondita*严重时感病品种产量损失可达35%，70年代以来在中国部分麦区有逐渐扩展的趋势。赤霉病*Gibberella zeae*在中国长江流域和黑龙江省为常发病，而以长江中下游流行频率高，损失大。据江苏省南部地区统计，24年中赤霉病流行有12年，大流行年减产20～30%。网腥黑穗病*Tilletia caries*、光腥黑穗病*Tilletia foetida*和散黑穗病*Ustilago tritici*世界各国均有发生，严重时可分别减产50～80%、5～30%。矮腥黑穗病和印度腥黑穗病是重要的检疫对象，其中矮腥黑穗病*Tilletia controversa*主要分布于美国、加拿大和欧洲大陆，其孢子能在土壤中潜伏侵染达10年之久，防治困难。印度腥黑穗病*Nervossia indica*主要发生于印度、巴基斯坦和墨西哥，经土壤、种子和花器传染，防治也很困难。白粉病*Erysiphe graminis*在中国原以四川、贵州两省及山东省沿海地区较重，但70年代以来在各麦区有蔓延趋势，有些年份在高肥水地区相当严重，如河南省1983年因白粉病为害使小麦减产5亿千克。全蚀病*Gaeumannomyces graminis*在中国的北部冬麦区、长江中下游冬麦区以及西北春麦区均有发生；由于其传播途径有土壤、粪肥和种子，因而防治也比较困难。黄矮病*Barley yellow dwarf virus*在中国主要分布在西北、华北、东北、华中、华东等冬麦区、春麦区及冬春麦混种区，它是由蚜虫传播的病毒病，受害小麦一般减产40%左右，严

重的达70%以上。根腐病*Helminthosporium sativum*在中国主要分布在东北、西北春麦区以及华北的部分冬麦区，以春麦区为重，严重地块小麦减产30～70%。

主要病害及其症状　根据病原生物侵染为害部位，大体可分根部、叶部、叶鞘和茎秆以及穗部病害；由病毒侵染的病害，主要是抑制地上部的正常生长。

根部病害　主要有：①根腐病。在小麦根部产生褐色或黑色病斑，引起根系腐烂；小麦返青时造成死苗，成株期叶片初为梭形小褐斑，以后扩大至椭圆形或较长的不规则形。病斑淡褐色，两面均生淡黑色的霉层。病穗的种子胚部变黑，称为"黑胚"或"黑点病"。②全蚀病。分蘖期初生根、地下茎变灰黑色，次生根也局部变黑。返青拔节期，重病株的初生根和次生根大部变黑，横剖病根，根轴也变黑。抽穗灌浆期，黑色菌丝结在茎基部表面聚集重叠，形成"黑膏药"或"黑脚"。

叶部病害　主要有：①条锈病。植株生病后，叶部长出锈斑，即病菌的夏孢子堆，呈鲜黄色，在成株叶片上排列成条状，在幼苗叶片上则不成行；原侵染点以同心圈式向四周扩展，以后密集成片。②叶锈病。夏孢子堆橙褐色，不规则散生。③秆锈病。夏孢子堆红褐色，长椭圆形至狭长形，不规则散生，以茎秆和叶鞘上为主。④白粉病。主要为害叶片、叶鞘，穗颖和茎也都被害，表面覆盖长圆形白粉状霉层，严重时连成一片。⑤叶枯病*Septoria tritici*。主要为害叶部和叶鞘，病斑梭形或卵圆形，以后扩展愈合成不规则形淡褐色斑，上生黑色小粒（病菌的分生孢子器）。⑥颖枯病*Septoria nodorum*。主要为害穗颖、叶片和茎节的组织，病斑近乎椭圆形，浅至深褐色。⑦雪腐叶枯病*Mioronectriella nivalis*。麦株的各部分均能受害，以生长后期受害造成的叶缘、叶鞘的赤霉影响最大，叶上的病斑多为圆形或椭圆形，发生在叶缘上则为半圆形。⑧白秆病*Selenophoma donacis*。叶、叶鞘、茎秆生黄褐色的条斑，每叶有1～4条。

为害叶鞘和茎秆的病害　主要有：①纹枯病*Rhizoctonia solani*。发生初期，近地表的叶鞘上产生黄褐色椭圆形或梭形病斑，重病株茎部第一、二节间变黑甚至腐烂，以致早期死亡。中后期病斑常形成云纹状的花斑，其上形成小颗粒状物，即病菌的菌核。②秆黑粉病*Urocystis tritici*。茎秆、叶片和叶鞘上初起为淡色条纹，逐渐凸起转深灰色，最后表皮破裂，露出黑粉（病菌的厚垣孢子）。病株矮小，病叶卷曲，重病株不能抽穗而枯死。

穗部病害　主要有：①赤霉病。能引起苗腐、秆腐、穗腐，而以穗腐为害性最大。穗腐发生初期在颖壳（稃）上出现水浸状淡褐色病斑，逐渐扩展。以后在颖壳合缝处或小穗基部生出桔橙色霉层。②散黑穗病。病穗抽出后，籽粒已变成黑粉（病菌的厚垣孢子），被风雨吹淋，只剩下裸露的穗轴。③腥黑穗病。病粒较健粒短肥，初为暗绿色，最后变成灰白色；里面充满黑粉（病菌的厚垣孢子），有鱼腥味。④小麦线虫病*Anguina tritici*。麦穗的一部或全部不结粒，而变成虫瘿。虫瘿内含物为白色棉絮状（线虫）。⑤小麦黑颖病*Xanthomonas translucens*。是一种细菌性病害。始病时颖壳上部呈水渍状条纹，后变黄褐色或黑褐色条斑，严重时蔓延到全颖片和麦芒。空气潮润时，病颖、病叶和病茎上渗出粘液（菌脓）。⑥小麦霜霉病*Sclerophthora maorospora*。病株黄化矮缩，与病毒病害相似；但其龙头状畸形穗以及叶片宽、长、厚、卷、细、皱则是它的特征。

病毒类　主要有：①黄矮病。由蚜虫传毒，拔节、孕穗期感病病株植株较矮，新叶从叶尖开始发黄，随后出现与叶脉平行但不受叶脉限制的黄绿相间的条纹，沿叶脉扩展蔓延；穗期感病的植株一般只旗叶发黄，呈鲜黄色。②丛矮病(Northern cereal mosaic virus)，由灰飞虱传毒，特征是分蘖显著增多，植株矮缩，形成明显的丛矮状；上部叶片有黄绿相间的条纹。③红矮病(Wheat red dwarf virus)，小麦返青、拔节期开始出现症状，病株矮化，呈深绿色；叶片出现深色斑块，颜色深浅不匀，以后变红，逐渐扩及全叶和叶鞘，变成紫红色。④土传花叶病(Wheat soil-borne mosaic virus)，从心叶或心叶的下一叶的叶尖或中部开始褪色，并产生鲜黄色至黄色小点，逐渐扩大成黄绿相间的斑块或条纹；病株矮小细瘦，形成各种畸形穗。

流行规律　各种小麦病害都是在一定环境条件下，通过病原生物侵染小麦造成的。每种病原生物都有其生物学特性，对寄主小麦和环境条件有不同的要求，其发生和发展都有一定的规律。如小麦条锈病病菌专化性很强，并分有若干个生理小种，小种之间致病性有差别。每个小麦品种对某个小种为抵抗，对另个小种则可能感染，这种状况在一定时期内有相对的稳定性，在同一个地区内存在着一个到几个占优势的小种。一个品种是否抗锈病，主要取决于它对当地的优势小种是否抵抗。小种群体的消长是引起品种抗锈性丧失的主要原因。病菌能随气流远距离传播，只在小麦活体上繁殖。病菌不耐高温，9～12℃最适合此病流行，25℃以上或2℃以下则病菌不能生长。旬平均温度超过23℃的地区，病菌就不能越夏。在中国北方冬麦区一般不能越夏，随气流传播到西北高海拔地区在春小麦和自生麦苗上越夏、繁殖，待冬小麦秋苗出土后随气流吹回来继续传染麦苗，如此完成周年循环。1月份平均气温低至－6℃或－7℃时，病菌即难以越冬。但当地如有长期积雪，－10℃也能顺利越冬。麦类赤霉病的病菌是一种兼性寄生真菌，主要在田间遗留的稻桩、玉米茬上越冬，在水田中越夏。第二年气温达到10℃以上时。病菌放射出大量的子囊孢子，由风雨传播为害。

中国长江流域于4月中下旬至5月上旬期间，气温高、雨日多，当空气湿度大于90%、日平均温度在15℃以上时，这时正值小麦抽穗、扬花，很容易感染流行。小麦黄矮病是一种球状病毒(24～30毫微米)侵染小麦后引起的，该病毒随植株体内营养运转到生长点部位，麦苗抽出的新叶首先显出病症。在气温16～20℃条件下，病毒的潜育期为15～20天。它不能由土壤、种子、汁液等传播，只能由蚜虫传播。中国冬麦区，一般在5月中下旬就产生大量有翅蚜向越夏寄主迁移。秋季待小麦出苗后，麦蚜又迁回麦地到小麦上取食、繁殖和传播病毒。冬前感病的小麦成为第二年早春的毒源中心。此病的流行，主要决定于以下因素：①麦蚜虫口密度，特别是冬前越冬基数和早春虫口密度。②气象因素，凡头年10月份的平均气温高、降雨量小，当年1、2两个月的月平均气温高，则对麦蚜取食繁殖、传播病毒、安全越冬及早春提早活动等均较有利，容易发生小麦黄矮病的流行。

防治措施　针对不同病害的生物学特性和发病流行规律，采取相应的综合防治对策。

选育和推广抗病品种　这是防治多种小麦病害最有效、最经济的方法。中国从50年代以来选育推广了许多抗锈良种，基本上控制了锈病的危害。河南省信阳地区70年代推广了博爱74-22、信阳12等品种，控制了土传花叶病。70年代中国育成了一批抗白粉病兼抗条、叶锈病或赤霉病的多抗性品种，已在生产上推广应用。但是由于病菌变异不断产生新的致病力强的生理小种，使品种易丧失抗性。针对小麦常发生多种病害，需要加强品种多抗性育种。同时，还要发掘和利用抗病性稳定、持久的品种；在生产上要进行多品种合理搭配和注意新品种的繁育，防止或延缓丧失抗性。

改进栽培技术　有计划地进行轮作倒茬，可控制全蚀病；及时全面耕翻灭茬，清除杂草可减少丛矮、黄矮等病；注意适期播种，可减轻小麦锈病、赤霉病、丛矮病、黄矮病及其传毒昆虫的危害。南方麦区及时排涝防渍，北方麦区合理灌溉，勿过量施用氮素肥，增施磷肥等，均可防病或减轻危害。

药剂防治也是重要的防治方法：①种子消毒处理。对经由种子传染的黑穗病等，可用多菌灵、苯来特拌种。对小麦条锈病常年越夏和越冬区，可采用高效内吸杀菌剂粉锈宁拌种，此法可兼治腥黑穗病、散黑穗病和白秆病等。②大田防治。对小麦锈病和白粉病可喷粉锈宁防治，按有效成分计，防治小麦锈病每公顷用药105克，白粉病用60克，一般喷一次即可。用粉锈宁处理土壤也可防治全蚀病。对小麦赤霉病，在有利发病的气候条件下，于扬花期喷多菌灵或托布津进行防治。

参考书目

中国农作物病虫害编辑委员会编：《中国农作物病虫害》(上册)，农业出版社，北京，1979。

Wiese M. V., *Compendium of Wheat Diseases*, 1977, USA.

（汪可宁）

小麦播种 (sowing wheat)　根据气候特点、土壤条件和小麦品种特性，适时将适量的小麦种子播入土壤中的措施。播种质量高，可使小麦个体生长健壮、群体组成合理、抗逆能力增强，是小麦丰收的基础。

播种期　适期播种，可使小麦各器官的生长发育和产量形成处在最适时期，是有效利用温度、光照资源，发挥优良品种丰产性能的关键。播期适宜，小麦出苗快而整齐，分蘖多，成穗率高，次生根多，有利于形成壮苗与大穗。冬小麦播种期过早，苗期容易徒长，过多地消耗地力或过早拔节，易招致冻害而减产。在中国西南与华南冬麦区，早播的小麦在抽穗开花阶段常遭受低温冻害，发生不实现象。有些地区早播还会加重病虫危害，如甘肃、陕西等省的红矮病；华北平原秋苗上的条锈和叶锈病；长江中下游冬麦区苗期的蚜虫为害等，常与早播有关。冬小麦播种过迟，出苗晚，分蘖与次生根少，穗子短小，成熟期也相应推迟，易受不利气候影响，使粒重降低。在春麦区的某些地方，推迟播期，多遇土壤返浆，造成播种困难。

播种期与温度密切相关，低纬度、低海拔、秋季温度下降迟缓的地区，其播种适期较迟；高纬度、高海拔、秋季气温下降早的地区播种适期较早。中国各个麦区的播种适期相差很大，北部冬麦区为9月上中旬到9月下旬；黄淮冬麦区为9月下旬到10月中旬；长江中下游冬麦区和西南冬麦区为10月中旬到11月中旬；华南冬麦区为11月上旬到11月下旬；新疆和西藏地区的冬小麦播种适期为8月下旬到9月中旬。春麦区的播种适期范围一般在3月至4月中旬。冬小麦不同类型品种，播种适期要求的温度有所不同，冬性品种为16～18℃，弱冬性品种14～16℃，春性品种12～14℃。春小麦以日平均气温稳定在0～4℃时播种为宜，其时表土化冻到适宜播种深度，且夜冻昼消，有利于出苗。北方冬麦区从播种至越冬前主茎长出3～5个分蘖为宜，此期间约需有效积温375～450℃，各地的适宜播种期可根据这一指标来确定。同一地区在播种适期内，一般先播旱地、薄地、阴坡地、盐碱地；后播灌溉地、肥沃地、阳坡地。高产田要求一定的穗数、较多粒数和较高的粒重，对播期要求更为严格，应安排在最佳播种期内播种。

播种密度　把播种密度控制在适宜的范围内，是建立合理群体结构的基础，对个体和群体的发展与产量结构的形成，关系很大。小麦播种密度以单位面积的基本苗数表示，依生产条件而定。土壤瘠薄、水肥不足的地块，密度宜小些。密度过大不能保证麦株营

养消耗,穗小粒少。当土壤肥力和水肥条件得到改善,适当增加播种密度是提高小麦单位面积产量的有效措施。随着水肥条件的进一步改善,增苗、增穗已达一定水平时,继续增加播种密度,则易造成群体过大,使个体生长受到抑制,穗多而小,且易倒伏。因此,在达到一定穗数基础上,适当降低播种密度,可提高单株分蘖数及成穗率,是进一步提高产量的可靠途径。春小麦的生长期短,分蘖率、成穗率低,播种密度一般大于冬小麦。稻茬麦与旱地麦、撒播麦与条播麦、条播麦与穴播麦相比较,前者播种密度要适当大些。

小麦的适宜播种量,一般可根据计划基本苗数结合播种用的种子发芽率、杂质率、千粒重和估计田间出苗率等几个参数计算而得。公式是:

$$w=\frac{0.001\cdot t\cdot k}{v\cdot s}$$

式中 w:每公顷播种量(kg);t:每公顷基本苗数;k:千粒重(g);v:发芽率(%);s:出苗率(%);0.001:换算系数。

使用播种机播种时,播种前要根据所要求的播种量,调整好播种机的下种量。为了保证播种的密度和质量,播种前要做好种子精选、发芽试验和防病处理,创造适宜的墒情和提高整地质量。中国黄淮冬麦区与长江中下游冬麦区,有采用每公顷150万基本苗左右的小播量,以分蘖成穗为主取得大面积高产的典型。但大多数麦田是采取每公顷225万~300万基本苗的中播量,以主茎穗和分蘖穗并重的途径实现高产。黄淮冬麦区的晚茬田,播种春性小麦品种,应适当增加播种量,以主茎穗为主。春麦区,因春小麦分蘖少,宜采取较大播量,以主茎穗为主取得高产。

播种方式　有条播、穴播(点播、窝播)和撒播。条播是世界上小麦播种的主要方式,中国也广泛应用,尤以淮河、秦岭以北地区为普遍。小麦条播的优点是落籽均匀,覆土深浅一致,出苗比较整齐,适于机播并便于田间管理。条播的方式有窄行条播、宽窄行条播、宽幅条播等,播种方法有机播、耧播、随犁下种、锄头开沟条播等。穴播主要在南方部分丘陵坡地应用,它便于集中施肥,不拘土地平整与否,可抢时播种。撒播是古老的播种方式,华南和长江中下游稻麦两熟地区,由于稻田土质粘重,整地困难,播种季节紧,稻茬种麦大部采用撒播;西藏高原部分地区也有采用撒播的。撒播进度快,但落籽不匀,盖籽深浅不一,播种量较难控制,且不便于中耕松土、锄草等田间管理。

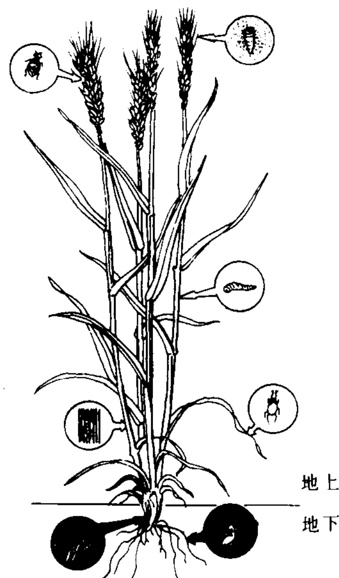
(张继林)

小麦虫害 (insect pests of wheat)

某些节肢动物对小麦造成的损害,一般分苗期虫害、成株期虫害、穗期虫害及贮藏期虫害。

中国小麦苗期地下部虫害主要由蝼蛄、金针虫(叩头甲幼虫)和蛴螬(金龟甲幼虫)所造成,严重时使小麦缺苗断垄,地上部有蚜虫、叶蝉及飞虱的为害,在一些地区蚜虫等往往是传播病毒病的媒介,造成病毒病的较大危害。成株期害虫有麦蜘蛛、麦水蝇及麦秆蝇。麦蜘蛛有麦圆蜘蛛*Penthaleus major*及麦长腿蜘蛛*Petrobia latens*。它们都是体长不足1毫米的黑褐色小蜘蛛,以成蛛和卵在麦田越冬,4月上旬是为害冬小麦的盛期,受害叶脱绿,甚至枯干而死,这两种麦蜘蛛行孤雌生殖,都有群集性。麦圆蜘蛛喜湿,多分布在中国南方;麦长腿蜘蛛喜干,主要分布在华北。麦水蝇*Hydrellia* sp.主要分布在陕西、甘肃、青海、四川等省,一年两代。幼虫蛆状,先潜食麦叶叶肉,后蛀食叶鞘,使叶鞘枯白,叶片枯死,以春季的一代对孕穗期麦株危害较大,严重时减产10%。麦秆蝇*Meromyza saltatrix*主要分布于北方春麦区。一年多为两代,第一代危害小麦,幼虫为害麦茎后,造成白穗。穗期害虫主要有吸浆虫、麦蚜及粘虫。吸浆虫有红吸浆虫*Sitodiplosis mosellana*和黄吸浆虫*Contarinia tritici*两种。后者喜湿润气候,南方较多;北方广大麦区以红吸浆虫为主。它们每年危害季节极短,而且与小麦花期同步。初夏成虫羽化,交尾后雌虫选未扬花的麦穗产卵。幼虫孵化后潜入颖壳内吸食乳浆,造成瘪粒。幼虫老熟后入土结茧休眠,翌年再化蛹、羽化。麦蚜在中国主要有4种。麦二叉蚜*Schizaphis graminum*为前期重要害虫。危害穗的主要是麦长管蚜*Sitobion avenae*,它形体小,行孤雌胎生,繁殖率极高;多时一个麦穗上可密集蚜虫数百头,使正在灌浆的麦穗严重丧失养分。粘虫大发生时,蚕食麦叶,也会常咬掉麦穗或其一部,甚至咬食籽粒,造成减产。贮藏期害虫以麦蛾*Sitotroga cerealella*为主,成虫飞行力强,能飞到麦田,产卵于麦穗上。由带卵的麦粒带进仓房,如不加管理,一个夏季可损失粮食3%,受害籽粒丧失种用价值。

小麦害虫除上述者外,尚有黑森瘿蚊*Mayetiola destructor*、瑞典蝇*Oscinella frit*、欧洲麦茎蜂*Cephus pygmaeus*和麦叶蜂*Dolerus tritici*,它们或分布面很小,



小 麦 害 虫

或多年为害一次，在中国未形成为主要虫害。但黑森瘿蚊在美国与苏联，瑞典蝇在苏联与英国，麦茎蜂 *C. cinctus* 在美国与加拿大，都是分布面较大，需加严防的小麦害虫（见图）。

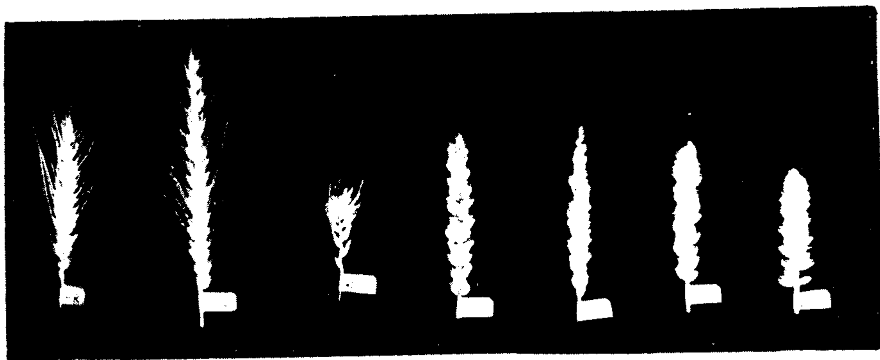
关于小麦害虫的防治法，世界上各小麦主产国均强调培育抗虫品种。美国在20世纪初就注意到小麦栽培种中存在着受黑森瘿蚊为害程度上的差异，通过不断的选育提高，到60年代末期，美国已有34个州总计400多万公顷的面积上，种了23个抗瘿蚊的小麦良种，年增产价值估计为2.38亿美元。美国还研究发现当麦茎为实心时能抑制麦茎蜂发生，已培育出抗虫丰产良种应用于生产。苏联对黑森瘿蚊及瑞典蝇的抗虫育种研究也持续多年，并在小麦生产上取得明显效益。中国在50年代对小麦吸浆虫的综合防治中，研究出内外颖扣合紧或曲芒的品种（如南大2419及西农6028），吸浆虫产卵管难于插入产卵，显示了抗虫品种在综合防治中的作用。60年代开展了对麦秆蝇的抗性研究，70年代末期又开始了对麦蚜的抗性研究。但中国在小麦害虫的防治上仍是以化学防治为主。历史上对地下害虫就依靠毒谷（煮至半熟的谷子拌上砒霜洒在小麦播种地里）进行防治。50年代改用剧毒杀虫剂（对硫磷等）的稀释液直接拌麦种杀虫。以后为防止蚜虫传播病毒病，在流行区推行甲拌磷的稀释液拌麦种，不但能使麦苗在冬前基本上不受虫害，次年红蜘蛛为害也很轻。当穗上麦蚜发生严重时，只能喷有机磷杀虫剂如乐果、久效磷、灭蚜松等加以控制。机械防治在小麦害虫防治上也有一定作用，如中国50年代对小麦吸浆虫曾用过拉网法，在穗际反复运动以撞死成虫。至于用粘虫兜或粘虫车除治粘虫，更是典型的机械防治法。70年代后期中国研究害虫的生物防治法。如利用苏芸金杆菌肯尼亚变种 *Bacillus thuringiensis* var. *Kenyae* 防治粘虫，在河北及山西两省均取得良好结果。六索线虫 *Hexamermis* sp. 在河南、湖北两省对粘虫有70～80%的寄生率，在粘虫综合防治上显示其重要性。此外，麦蚜、吸浆虫、麦蜘蛛等亦各有其重要天敌。

世界各小麦主产国在防治小麦虫害策略上有以下几点：①严格掌握轻微损害与经济损害的界限，非到形成经济损害时决不轻易喷药；②把麦田看成是一个农业生态系统，尽量发挥其中天敌对害虫的抑制作用；③密切注意小麦耕、种、管、收各项农事操作对害虫虫口密度的影响并作出必要的调节；④培育多抗性的优良品种，使小麦主要病虫害经常控制在经济损害之下。 （曹　骥）

小麦非整倍体 (wheat aneuploids)　染色体数偏离其基数完整倍数的小麦种质资源，包括单个植株或成套系统，它们的**染色体组**中个别染色体或染色体臂多于或少于正常数目。如增多或减少的是完整的染色体则称初级非整倍体，如所增减的是个别染色体的某一臂则称次级非整倍体。前者包括缺体、单体、三体和四体。后者包括端着丝体和等臂体。以六倍体普通小麦为例，它有21对染色体，而其缺体即21对染色体中缺任何一对者；其单体即21对染色体中任何一对缺一条者；其三体即21对染色体外多一条者；其四体即21对染色体外多一对者。其端着丝体即21对染色体中任何一对缺一臂者；其等臂体即21对染色体中任何一对一臂重复，另一臂缺失者。

普通小麦的21对染色体分为A、B、D三组，每组7对。可按其染色体组和同源转化群（或称部分同源群）归属命名为1A、2A、……7A；1B、2B、……7B；1D、2D、……7D。故其缺体、单体、三体和四体均可有21种（见图）。而端着丝体和等臂体则可有42种。由21种互不重复的初级非整倍体和42种互不重复的次级非整倍体可组成若干成套的非整倍体系列。如缺体系列、单体系列、……端着丝体系列和等臂体系列。非整倍体系列在小麦遗传分析、进化研究和育种中都有重要的利用价值。

普通小麦由于其异源六倍体性质，因而用常规方



几种小麦非整倍体穗形

自左至右：京红1号正常穗；京红1号5A单体；京红1号5A三体；中国春正常穗；中国春5A单体；中国春5A长臂双端体；中国春5A三体

法较难进行基因的遗传制图。事实上，普通小麦的基因图谱大多是通过非整倍体分析完成的。把基因确定到染色体上的早期工作主要是用单体分析进行。分析时用21种单体作母本与具有标记受测基因的整倍体杂交，根据杂种第一代单体的表型，或单体第一代自交后产生的第二代分离比率异常与否，即可判定携带受测基因的有关染色体。受测基因为隐性时，一般只需根据单体第一代的隐性基因的表达即可判定与该基因有关的染色体。如受测基因为显性，则尚需根据第二代的异常分离，确定携带受测基因的染色体。

由于单体分析所需的细胞学鉴定比较冗繁，而且只能将基因初步和特定染色体联系起来，因而它在遗传制图中的应用受到一定限制。端着丝体系列的育成，使基因定位分析进入一个更为精确的阶段。它不仅可将基因进一步标定到特定的染色体臂上，而且还可测出基因与着丝粒之间的相对距离。如受测基因为显性时，可将带有受测基因的整倍体和相应染色体臂的端着丝体杂交，然后将第一代作父本再与纯合隐性整倍体杂交，根据后代中重组型（带标志受测基因的端着丝体或不带标志基因的整倍体）所占比例测出的重组率，即表明受测基因与着丝粒之间的相对距离。

单体系列和缺体——四体组合，曾被用于分析六倍体普通小麦的染色体组归属和同源转化群关系。端着丝体系列不仅有利于更精确地阐明染色体臂的同源转化关系，而且在分析小麦各物种以及它们亲缘物种之间染色体组的起源和染色体同源转化关系研究方面，更显示出特殊价值。

非整倍体材料与技术已被应用于小麦育种实践。通过种属间（或品种间）染色体添加、代换或易位等手段，已为小麦育种提供了一系列有用的资源材料或推广品种。在普通小麦的21对染色体外，添加了一对异种或异属染色体的品系，称作外来添加系或异附加系。小麦中已经育成的外来添加系有黑麦、偃麦草、山羊草、簇毛麦和大麦染色体添加系。普通小麦21对染色体中有一对被异种或异属相应染色体所代换的品系称作外来代换系或异代换系。欧洲小麦牛朱特（Neuzucht）、文特泽尔（Wentzel）、舟伯（Zorbo）、欧兰多（Orlando）和沙拉丁（Saladin）等，其染色体1B已被黑麦染色体1R所代换，故均系黑麦染色体代换系。普通小麦染色体组中在个别染色体上有异种属染色体区段易位的品系称作易位系。如小麦品种德兰塞克（Transec）、本挪（Benno）、沙尔蒙（Salmon）、高加索（Кавказ）和阿芙乐尔（Аврора）等的染色体组中具有一段易位的黑麦染色体区段，坎培尔（Campair）具有一段顶芒山羊草染色体区段；埃伽寨（Agathe）具有一段长穗偃麦草染色体区段等，故均系易位系。通过外源染色体的添加、代换与易位，均有可能将异种或异属的有利基因导入普通小麦，但其中以易位系的利用价值最高。

（刘大钧）

小麦灌溉（irrigation of wheat） 将水引入田间补充自然降水的不足，以满足小麦正常生长发育对水分需要的措施。中国由于受季风影响，自然降水量由东南向西北递减，分布很不平衡。东南部降雨量较多，小麦生育期需水可以满足，西北干旱地区需水主要靠灌溉来满足；华北半干旱地区，小麦生育期降水量也只能满足需水量的1/3左右；西南地区旱地小麦有时也需要适当进行灌溉。因此，灌溉是中国北方小麦丰产的重要措施之一。

小麦耗水量 指小麦由播种到收获整个生育期内麦田所消耗的水量。冬小麦的耗水量450～600毫米，折合每公顷4 500～6 000立方米；春小麦375～450毫米，折合每公顷3 750～4 500立方米。小麦耗水量主要包括棵间蒸发和叶面蒸腾两部分。棵间蒸发即土壤蒸发，在小麦生育前期，苗小、叶片少，地面覆盖较少，棵间蒸发量大，棵间蒸发一般占小麦总耗水量的30～40%。由于它并非植株直接吸收利用的水分消耗，因此，应采取有效管理措施，降低其耗水量。叶面蒸腾是小麦正常发育中所必需的生理耗水过程，一般随着温度的升高，麦苗伸长，叶片增多，叶面积增大而叶面蒸腾逐渐加大，故在小麦生育的中后期，叶面蒸腾耗水量占小麦总耗水量的60～70%，抽穗及开花期叶面蒸腾量最大，其日平均耗水强度可达3.5～4.0毫米。小麦耗水量多少和产量高低、气象因素以及应用的技术措施有关。通常是随着产量的提高而耗水量也加大，但并不是呈比例的增加。原因是在栽培技术水平不断提高的情况下，对水分利用效率提高了。气候条件对小麦耗水量影响很大，在气温高、湿度小、风速大的情况下，叶面蒸腾和棵间蒸发都会加大，小麦耗水量自然也增多。反之，则减少。深耕、合理施肥和适当密植以及及时中耕管理等良好的农业技术措施，均可以有效地改善土壤结构，促进根系发育，增加土壤蓄水保墒能力，抑制棵间蒸发，提高水分利用率。

灌溉制度 灌溉制度包括灌水时期、灌水次数、灌水定额（一次的灌水量）和灌溉定额（小麦全生育期的灌水总量）。要保证小麦生育期内有适宜的土壤湿度，以满足其生长发育对水分的需要，就必须有合理的灌溉制度。小麦产量的高低，不在于灌溉次数多少和灌水定额大小，而主要决定于灌水是否适时适量。灌水原则要根据降雨、土壤墒情以及苗情，做到因地、因时、因小麦生长状态制宜。每次灌水量，要根据小麦主要根系活动层的深度和土壤含水量而定。具体计算公式为：

$$I=10\ 000(S-H)\cdot W\cdot D$$

式中 I为灌溉量（m^3/ha）；S为田间最大持水量（%）；H为灌溉前土壤含水量（%）；W为土壤容重

(g/m³)；D为计划灌水土壤深度(m)。

灌水技术 是保证计划的灌水定额及时而均匀地进入田间的灌水措施。良好的灌水技术，必须使灌溉田块受水均匀，不产生地面流失、深层渗漏及土壤结构破坏等情况，从而达到合理而经济用水的目的。小麦灌水方法主要有畦灌、沟灌和喷灌。

畦灌 是中国北方麦区主要灌溉方法。畦灌法是在平整土地基础上，修筑土埂，将麦田分隔成若干个长方形或方形小畦。灌水时，引水入畦，水在田面上以连续水层沿畦田坡度方向移动，湿润土层。一般畦面坡度以0.1～0.3%最为适宜。畦田规格主要取决于水源、土壤性质、地面坡度等。土壤透水性强、地面坡度小、土地不够平整时，畦长宜短。反之，则可稍长。渠灌区水量较大，畦长以30～70米，畦宽2～4米为宜；井灌区水量较小，一般畦长20～30米，宽1.0～1.5米。畦埂高度一般25～30厘米，底宽30～35厘米。为了使灌水均匀，还应控制入畦流量(即流入畦内的水量，一般以每秒若干升表示)，也可用单宽流量(即每米畦宽所通过的流量)表示。畦灌时掌握好适宜流量非常重要，采取适宜的流量，才可以做到地表不冲刷，畦面首尾受水均匀，根系活动层内土壤湿度相近。单宽流量过大时，水在畦内流动过快，容易发生上冲下淤，畦首受水不足，畦尾渗水量偏大，灌水不均的现象；流量过小，会出现畦首渗水深，畦尾渗水浅，甚至出现计划水量浇完，畦尾仍灌不上水的现象。一般在地面坡度为0.3%的粘土或壤土地，畦长40～50米的情况下，单宽流量为3～4升/秒即可。一般沙土地入畦流量可大些。畦灌还须注意改畦时间。坡度小及初浇麦田，单宽流量可稍大些，当水即将流到畦尾时，改浇下一畦，以便在改畦后水仍可流到畦尾。如果麦田土壤紧实或坡度较大，则单宽流量可以小些，当水流到畦长的七八成时，即可改畦。如此既可使水浇到畦尾，又可避免积水浸出畦外。

沟灌 常用于小麦和其它作物间、套种植以及稻麦两熟地区。采取沟灌遇旱既能灌水，遇涝又可利用沟来排水。稻麦两熟区的沟灌是利用厢沟或垄沟引水灌溉。水集中在沟内借毛细管作用向两侧浸润，这种方法不仅比畦灌省水，而且可减少表土板结。沟灌须在每块田的四周开挖输水沟，灌水沟与输水沟垂直，输水沟稍深于灌水沟，便于排水，灌水深度以保持在沟深的2/3或3/4为宜。

喷灌 即喷洒灌溉，它是借助一套专门设备(如动力、水泵、输水管路和喷头等)，将水喷到空中，散成细小的水滴，均匀地落在田间如同降雨对小麦进行灌溉，其主要优点是：①省水。喷灌基本上不产生深层渗漏和地面径流，灌水比较均匀，一般较地面灌溉可节约水量30～50%，不仅节约了灌溉用水，且可扩大灌溉面积；②喷洒水点小，很少破坏土壤结构。③不必修埂打畦，可以减少渠道占地面积，提高土地利用率。在地形不太平整的地区或坡地丘陵山区或水源不足地区，更能发挥其优越性。喷灌也有一定的局限性：一是易受风力影响，一般在3～4级以上大风时，灌溉均匀度降低；二是空气湿度过低时，水滴未落到地面之前，在空中的蒸发损失较大；三是只表土湿润，深层土壤湿润不够，影响小麦根系深扎，难以抗御严重干旱；四是在高产田后期喷灌时，容易造成倒伏。在具体运用时，要注意克服这些缺点。喷灌有固定、半固定和移动三种形式。固定式喷灌设备投资高，但操作方便，灌溉效率高；半固定式是动力、水泵和干管固定，喷头和支管可以移动，设备投资比固定式少；移动式喷灌机，设备简单，使用灵活，投资少，但管理的劳动强度较大。 （李正风　吴高巍）

小麦抗白粉病育种 (breeding wheat for powdery mildew resistance) 以抗白粉病为主要目标的小麦品种改良工作。小麦白粉病过去是一种次要病害，只在气候温和、潮湿多雨的地区，如西北欧，美国东南部，中国的云南、贵州、四川、湖北、江苏等省才有发生。中国从20世纪60年代以来，由于半矮秆品种的推广，种植密度增大和水肥条件提高，特别是氮肥施用量的增大，使小麦植株分蘖增多，生长茂密，造成田间郁蔽，故而白粉病的危害日趋严重，在过去不常为害的地区也成为主要病害之一。

简史 早在20世纪初，就有关于品种抗白粉病性的报道，但正式以抗白粉病为主的小麦育种工作约始于60年代前后。例如英国在60年代以前，小麦白粉病并不严重，其原因之一是生产上大量应用的品种，如卡倍利·迪斯普瑞(Gappelle Desprez)、尚普兰(Champlein)等，都具有对白粉病的背景抗性。

中国小麦抗白粉病育种也是从60年代开始的。对小麦和黑麦抗性鉴定发现，白粉病的抗源主要来自波斯小麦、提莫菲维小麦、黑麦、二粒小麦等。通过远缘杂交，先后选育出大山洞1号、贵农1号、黔花1号、苏肯1号、综抗矮4号等抗白粉病的品种。70年代随着一批带有1B/1R抗源的材料如阿芙乐尔(Aвpopa)、高加索(Кавказ)、牛朱特(Neuzucht)等的引入和在抗锈育种工作中的使用，使得80年代育成了许多抗锈病又抗白粉病的品种。1982年以来，从国际冬小麦白粉病圃(IWWPMN)、国际小麦病圃(IDTN)引入大批高抗白粉病材料，如含有VPM和马瑞斯·亨茨曼(Maris Huntsman)血缘的法国Fr系统、含有TP114血缘的南斯拉夫ZG系统和含有诺克斯62(Knox 62)血缘的美国Sc系统等，有些已被当作抗白粉病亲本使用。

抗病基因 国际上已定名的白粉病抗源计有Pm1～Pm9等9个位点12个抗病基因(包括5个复等位基

小麦抗白粉病基因表

基因代号	染色体位置	来　源	代表品种
Pm1	7AL	普通小麦	Thew, Normandie
Pm2	5DS	不详	Avalon, Maris Huntsman, Ulka
Pm3	1AS	普通小麦(复等位)	
3a		Asosan(日本)	Hadden
3b		Chul(苏联)	
3c		Sonora(墨西哥)	Sturgeon
Pm4	2AL	圆锥小麦(复等位)	
4a		二粒小麦	Khapli, Yuma
4b		波斯小麦	VPM I
Pm5	7BL	二粒小麦	Hope, Redcoat
Pm6	2B	提莫菲维小麦	Abe, CI 12632, Moris Huntsman
Pm7	4Aβ	黑麦(与2R易位)Rosen	Transfed, Transec
Pm8	1B	黑麦(与1R易位)Petkus	Avrora, Kavkaz, Clement, Veery
Pm9	7AL	普通小麦	Normandie
Mldb*	4B	硬粒小麦	Maris Dove
Mli*	—	普通小麦(可能是Ibis)	Aquila, Flanders

* 临时代号，尚未定名。

因)(见表)。

这些抗白粉病基因大多数来自四倍体小麦种及黑麦，其中Pm2和Pm6及Pm4在中国各地表现高抗；Pm8一度表现抗病，但近年在一些地区开始丧失抗性。

除上述已定名的抗白粉病基因外，还存在着一些未知的抗病基因或微效基因。例如J.G.莫斯曼(Mosemann)1980年的工作表明，虽然卡普利(Khapli)及其后代尤马(Yuma)和它们衍生的近等基因系卡普利/8*chancellor和尤马/8*chancellor都具有Pm4抗白粉病基因，但卡普利比尤马多一对抗病基因，尤马又比两个近等基因系多一对抗病基因。1981年F.G.本内特(Bennett)指出，马瑞斯·亨茨曼与马瑞斯·汾汀(Maris Fundin)等许多材料都具有Pm2和Pm6基因，但马瑞斯·亨茨曼对白粉病的抗性比其它材料相对较强，说明它在Pm2和Pm6之外还具有其它背景抗性。美国在70年代末，认为60年代大面积种植的小麦品种诺克斯、郑尼西(Genesee)、红外套(Redcoat)等具有慢白粉病性，其特点是苗期感病，成株期中度抵抗，发病慢的原因在于产孢量减少。

品种选育　抗白粉病特性可以通过现有品种鉴定筛选、系统育种、杂交育种、理化诱变和引种等方法获得。通过有性杂交培育抗白粉病品种时，亲本当中一般应有一个对白粉病免疫或高抗的，否则不易选出抗病后代。不同抗病亲本的抗性遗传规律也不相同，一般具有显性特点的第一代表现抗病，有的抗多种致病类型，有的仅抗某一部分致病类型。由于抗白粉病性的遗传存在显性和稳性，因而第一代抗病与否都不淘汰，从第二代开始选择，连续数年，前期抗白粉病材料应尽量多留，后期再严格选择，以求选出既抗白粉病，综合性状又好的品种。

正确鉴定亲本和杂交后代，对抗病性的选择极为重要。小麦白粉病菌要求相对湿度高、光照弱，最适温度为20℃左右，在白粉病常发地区进行田间鉴定，一般不需接种，只需对被鉴定的材料加大种植密度、增加灌溉量和灌溉次数，并在保护行种上感病品种，以制造发病条件。在不易发病地区，除按上述方法创造发病环境外，应种植白粉病锈发行，用干孢子抖落接种法，在小麦拔节后进行接种。在分小种鉴定时，由于白粉病菌分生孢子小而轻，极易随气流传播，必须严格防止互相污染。鉴定标准一般有反应型和严重度二种。反应型分5级：0为免疫，1为高度抵抗，2为中抗，3为感染，4为高度感染。严重度分7级，根据取样调查求普遍率、严重率并计算发病百分率。　(杨作民)

小麦抗赤霉病育种 (breeding wheat for scab resistance)　以抗赤霉病为主要目标的小麦品种改良工作。小麦赤霉病是温暖潮湿和半潮湿地区广泛发生的严重病害之一。中国发病的麦区面积超过600万公顷，占全国小麦面积近1/4，其中以长江中下游冬麦区、华南冬麦区和东北春麦区东部较为严重。赤霉病的流行具有暴发性，频率高。在长江中下游冬麦区，一般每两年发生一次大流行或中流行。大流行年，病穗率高达50～100%，减产20～50%；中流行年，病穗率在20～40%，减产10～20%。赤霉病不仅会造成严重减产，而且会使籽粒品质变劣，带病种子含有毒素，食后影响人畜健康。因此，小麦赤霉病常发地区的育种单位，都把抗赤霉病列为主要育种目标之一。

中国从50年代以来陆续育成和推广了一些较抗、耐赤霉病的小麦品种。70年代后，进一步加强了提高抗性以及与丰产性相结合的研究，在抗源与育种材料的筛选和抗赤霉病基因库的建拓方面均取得新的进展。国际玉米小麦改良中心自1982年起，把对赤霉病的抗性列入特殊种质开拓的研究课题，并从1984年开始与中国合作进行穿梭育种。

病原　小麦赤霉菌是多种镰刀菌组成的兼寄生菌，专化性很弱。受害的小麦植株，除产生穗腐之外，还可

以产生根腐和茎腐。在中国已经查明现有的镰刀菌属的18个种或变种中，以禾谷镰刀菌*Fusarium graminearum*分布最广，遍及中国的21个省(自治区)、市。在分离所得的多种镰刀菌中，禾谷镰刀菌占90%以上，是导致穗腐的优势种。

品种抗病性　小麦赤霉菌的寄主范围广泛，并可通过有性世代，不断产生遗传变异，迄今尚未发现免疫品种，但不同品种类型之间的抗性存在着明显的差异。70年代以来，中国从3万多份小麦品种资源中已筛选出一批抗病或中等抗病品种。

小麦品种对赤霉病的抗性，可区分为抗侵染和抗扩展两种类型，并以抗扩展为主要抗性类型。抗侵染的品种，在赤霉病大流行的自然条件下，或者经过人工接种，不发病或发病很轻。抗扩展的品种，发病率可能比较高，但多局限于个别小穗，很少能发展蔓延成全穗腐。如苏麦3号、湘麦1号等都有一定的抗扩展能力，病穗上菌丝很少。在抗赤霉病育种中，选育两者兼抗最好，但不抗侵染而抗扩展也很可取，其感病普遍率虽高而严重度低，病穗虽多而每穗只个别小穗感病，病粒较少，损失较轻。

抗性遗传　各国植物遗传育种学者对小麦赤霉病抗性遗传的研究结果不很一致。有的学者认为抗性是单基因或寡基因控制的，如意大利品种吉拉多512(Gerardo 512)受1对显性基因控制，而日本新中长等品种的抗性则由3对基因控制；但较多的学者认为是受多基因控制，遗传力偏低。还有一些学者认为，赤霉病的抗性既受主基因控制，其数目为1～3对不等，还可能存在微效修饰基因的影响。

育种途径与方法

筛选抗源　小麦赤霉病抗源分布于赤霉病流行地区。中国长江中下游赤霉病频繁流行，因而是赤霉病抗源较为丰富的地区之一。有些地方品种对赤霉病有较强的抗性，如江苏省的溧阳望水白，湖北省的崇阳红麦、猪油白等。中国鉴定从国外引进的小麦品种中，也有抗赤霉病比较好的材料，如巴西的弗朗坦那(Frontana)，澳大利亚的万尼萨2022 (Vanessa 2022)，日本的延岗坊主等。

通常采用的筛选的方法有：①在田间采用带病麦粒土表接菌法，或花期喷菌接种法，对大量的品种资源材料进行抗性鉴定，淘汰明显感病材料，初选出抗病材料；②在田间设立病圃，配备喷灌设备，进行人工增湿，采用剪颖滴菌或注射接菌法，对初选材料进行复选，进一步肯定其抗性和应用价值；③在室内采用离体麦穗单花注射接种技术，便于控制温度、湿度等发病条件，克服田间变化不定的环境因素影响，获得比较可靠的鉴定结果。

育种方法　在病害流行地区，采用系统选种法，可从推广品种的自然变异群体中，选出较抗病或耐病的新品种。如中国从感病的南大2419品种中，选出了较耐病的万年2号和望麦15。品种间杂交是育成抗赤霉病新品种较有效的方法。中国江苏省从阿夫与台湾小麦的杂交后代中，选育出苏麦3号；从南农复穗黄与四川友谊麦的杂交后代中选育出镇7495；湖南省从矮立多/吉利//万年2号的三交后代中，育成湘麦1号等。这些新品种对赤霉病都有较好的抗性。其中苏麦3号的抗性遗传传递力较强，以它为复交亲本之一，育成了抗性和农艺性状兼优的宁7840(阿芙乐尔/安徽11//苏麦3号)和宁8026(阿芙乐尔/苏麦3号//扬麦2号)。许多育种单位用苏麦3号做抗源，育成了中抗以上的小麦新品种有50多个。远缘杂交也是很有潜力的育种途径，湖北省从南大2419与荆州黑麦杂交后代中育成了荆州1号、荆州47、荆州66等较抗病的新品种。

利用钴60-γ射线照射，引起遗传变异，可以获得抗病突变系。如从感病的南大2419的辐射诱变材料中，选育出较抗病的鄂麦6号，进而通过单株选择，又育成了抗性和丰产性都有所提高的鄂麦9号。

抗性评价　最常用的方法是以病穗率、严重度和病情指数等指标来评价品种间抗性的差异。严重度可分4级：Ⅰ级，为病小穗占全部小穗数的1/4以下；Ⅱ级，病小穗占全部小穗数的1/4～1/2；Ⅲ级，病小穗占全部小穗的1/2～3/4；Ⅳ级，病小穗占全部小穗数的3/4以上。根据严重度与病穗率计算病情指数按其数值大小划分为以下抗性类型，即：抗(R)，病情指数在5以下；中抗(MR)，病情指数在5～15；中感(MS)，病情指数在15～25；感(S)，病情指数在25～35；高感(HS)，病情指数在35以上。80年代初，中国采用了改进的评价标准，即在联合鉴定点设立以苏麦3号为抗病的对照品种，扬麦1号为感病的对照品种，首先计算出苏麦3号和扬麦1号的病情指数平均值和相应的标准差，以平均值减去一个标准差，为病情指数的最低限；加上一个标准差，为病情指数的最高限，然后将抗性分为抗、中抗、中感和感病4级。如：抗(R)，病情指数低于苏麦3号病情指数的平均值；中抗(MR)，病情指数高于苏麦3号病情指数平均值，低于扬麦1号病情指数最低限；中感(MS)，在扬麦1号病情指数最低至最高限之间；感(S)，超过扬麦1号病情指数最高限。这个标准比较准确可靠，而且减少了一级，便于评价。　　(周朝飞)

小麦抗锈育种 (breeding wheat for rust resistance)　以抗锈病为主要目标的小麦品种改良工作。小麦锈病有条锈病、叶锈病和秆锈病，都是小麦的主要病害。在世界范围内，秆锈病分布最广，为害最重；20世纪70年代以来，美国、加拿大和苏联等国的条锈病日益严重。在中国，条锈病主要在冬麦区为害，秆锈病主要在春麦区为害，叶锈病在冬、春麦

区均有发生，70年代前叶锈病是一种次要病害，但70年代以来在部分地区有逐渐加重的趋势。锈病在大流行年能造成严重减产，给小麦生产带来重大损失，因此世界各国很多小麦育种单位都把抗锈病列为主要育种目标之一。

简史　早在19世纪后半叶，人们即开始进行选育抗锈病小麦品种的工作。20世纪初，英国的R·比芬(Biffen)用感染条锈病小麦品种密执安·布隆兹(Michigan bronze)与对条锈病免疫的品种瑞沃特(Rivet)杂交，首次发现并确定抗锈性遗传符合孟德尔定律，从而为抗锈育种工作奠定了理论基础。对秆锈病抗性的研究，开始于1916年北美洲秆锈病大流行之后。至20世纪30年代小麦抗锈病育种取得了显著成效。如美国和加拿大1930～1940年在生产上大面积推广的抗秆锈病品种有西里斯(Ceres)、萨其尔(Thatcher)等，其中萨其尔的育成和推广对控制当时秆锈病的危害起了重要作用，被认为是小麦育种史中的一个重要成就。其他还有阿根廷的抗锈品种克兰32(Klein32)、布克·奎昆(Buck Queguen)等，巴西的抗秆锈病品种弗郎太拉(Fronteira)，苏联的抗叶锈病品种弗鲁金622(Ферругинеум 622)、首创麦(Первенец)、克拉斯诺达尔(Краснодарка)等，这些品种不仅在生产上长期推广，而且也是后来抗锈育种的重要亲本。到50～60年代，在将小麦亲缘植物的抗锈病基因转育到小麦的基础上，又经多次杂交和选择，培育出大批新的抗锈丰产品种。如苏联利用德国的1B/1R代换系小麦品种牛朱特(Neuzucht)与本国品种杂交，育成了阿芙乐尔(Аврора)、高加索(Кавказ)、山前麦2号(Предгорная 2)和早熟35(Скороспелка 35)等；法国在VPM系统基础上，培育成新品种罗阿中(Roazon)等。这些品种的抗锈性来自黑麦或山羊草，它们在许多国家推广或作为抗锈亲本，均取得良好效果，迄今仍继续被利用。这批品种兼抗条锈与叶锈病，使小麦抗锈育种达到一个新阶段。

中国小麦抗锈育种工作始于本世纪40年代，最先是从国外引进品种材料中筛选出南大2419(Mentana)、矮立多(Ardito)、中农28(Villa glori)等抗条锈病品种，随后开始了抗锈杂交育种。1947年中国育成了抗条锈病品种碧蚂1号等。1950年全国条锈病大发生，碧蚂1号在黄淮冬麦区迅速推广，起到了显著的增产作用。南大2419和碧蚂1号在50年代曾是中国种植面积最大的两个抗锈小麦品种。同期内，在北部冬麦区还推广了引自美国的抗锈品种早洋麦(Early premium)、钱交麦(Cheyenne/Early blackhull)等，其中用早洋麦与另一个抗病品种胜利麦(Triumph)作杂交亲本，育成了抗锈品种农大183、农大311、华北187及北京8号、济南2号、石家庄54等。1964年条锈病在中国又一次大流行，当时育成的新品种北京8号、济南2号等正在生产上示范种植，表现抗病丰产，从而由这一批抗锈品种替换了感锈品种。同期内由阿尔巴尼亚引入的意大利品种阿夫(Funo)、阿勃(Abbondanza)、郑引1号(St. 1472/506)等也表现较好的抗锈性与丰产性，除生产上广泛利用外，以它们作抗源又育成了一些新品种。秆锈病主要在中国的东北、西北春麦区流行，50年代以来，先后引进或选育推广了合作1～6号、甘肃96(CI 12203)、克全、新曙光1号、青春5号等抗病品种，基本上控制了秆锈病为害。东北春麦区在50年代和60年代常用的秆锈病抗源，主要有美国的春小麦品种松花江1号(Thatcher)、明尼2761(Minne 2761)即松花江2号、明尼2759即松花江3号、麦粒多(Merit)、白骆驼(Pilot)等。这些品种除广泛用作亲本外，早期曾在生产上推广。后来使用的抗源品种还有引自南美的欧柔(Orofen)、如罗(Rulofen)等。西北春麦区应用的抗源品种除麦粒多、白骆驼、欧柔、如罗等外，还有引自美国的CI 12203等。1969年北方冬麦区叶锈病大流行，引起了小麦育种工作者的注意，开始加强搜集抗病亲本，开展多抗性育种工作。利用的抗源主要是洛夫林(Lovrin)系统和阿夫乐尔、高加索等，至70年代末，育成了一批兼抗条锈病和叶锈病及白粉病的品种，如丰抗2号、丰抗7号、丰抗8号等。80年代这批新抗锈良种已在北部冬麦区广泛推广。同期内其它麦区也相继育成和推广了一批新的抗锈良种。30多年来，累计共育成并推广了近百个抗锈品种，对控制小麦锈病流行与增产稳产起到了重要作用。

抗锈性遗传与抗性基因　在1907年英国的R.比芬确定小麦对锈病的抗性遗传属于**孟德尔定律**以后，许多学者研究了除单基因遗传特征外，还观察到二基因、三基因和多基因特征。近代抗锈遗传研究多是以专化性抗性进行的。专化性抗性多数是主效基因控制的质量性状遗传，显性遗传或不完全显性遗传是绝大多数，呈隐性遗传的是少数。同一基因可以控制小麦品种对1个或几个甚至更多小种的反应，一个品种可以含1个至几个抗锈基因。非等位抗锈基因可以是独立起作用，也可以几个基因相互作用控制对某个或某几个小种的抵抗性的遗传。因此，用对锈病免疫的品种与感锈品种或抵抗品种杂交，第一代为免疫或高抗；第二代分离出免疫或高抗的株率可达70%左右。在抗性品种与感染品种杂交中，有的组合的第一代表现全部植株免疫，这种超亲的组合为数很少。一般来说，第一代表现免疫或高抗的组合；在第二代出现免疫或高抗的植株较多，但也有例外。因为第二代的抗锈性表现是抗锈基因多少，显、隐性关系以及非等位基因间互作的共同结果。第二代的分离是较复杂的，不少组合出现从免疫至感染的各种中间类型，尚难以确定其分离模式。

小麦对锈病的抗性是由位于小麦不同染色体或同

一染色体不同位置的抗锈基因控制的。已知抗条锈病基因有Yr1至Yr10和Yr水源11等14个，抗秆锈病基因有Sr1至 Sr37等43个，抗叶锈病基因有 Lr1至 Lr31等37个，这三种抗锈基因均包括复等位基因。其中Yr4、5、9、10、Yr 水源，Lr9、19、24、26等基因，对中国现有主要条锈菌或叶锈菌生理小种均表现高度抵抗。

关于抗锈基因在染色体上的定位，已进行了一部分，然而所定的基因位点也不尽相同，如有的学者认为除染色体1B和7B以外的所有染色体都带有控制秆锈病的基因；而另有报道 Sr14位于1BL，Sr 17 位于7BL，在1A、3A、5A、5B、3D、4D、5D、7D上均未带抗秆锈病基因。

方法　根据小麦抗锈性的遗传原理，抗锈病育种可采用杂交育种和诱变育种。多数学者采用回交方法，进行品种间杂交，将抗锈性和轮回亲本的丰产优质等性状聚合在一个新品种上。如澳大利亚当前仍注意用回交育种方法，在增强抗病性的同时，能保持原品种的品质特性(白粒与好的加工品质)；回交工作先由锈病研究实验室在分析生理小种与鉴定抗源的基础上，承担国内育种单位的农艺亲本或高代材料进行回交选择抗锈后代的工作，然后将半成品交回原供种的育种单位继续选育。

亲本和后代的选择对后代抗锈性起主导作用的是抗锈亲本，但另一农艺性状好的亲本(简称农艺亲本)的感病程度也有一定影响。同样，农艺亲本对后代的丰产性起着主导作用，而抗锈亲本农艺性状表现情况也产生一定作用。因此，抗锈亲本应选用抗锈性好、遗传传递力强、农艺性状不太差的；农艺亲本则力求具有优良农艺性状，并且是感锈轻的。为了增强农艺性状，在亲本组合方式上常采用三交法，即农艺亲本(A)与抗病亲本(B)杂交后再与农艺亲本(C)杂交。在选用抗锈亲本中，还应处理好3个问题：①优先选用苗期免疫的材料，不能忽视成株期免疫的材料；②充分利用高抗锈病的材料，也要考虑到轻感锈和迟感锈的材料；③避免抗源单一化。

对杂交后代的选择，应把农艺性状与抗锈性结合起来，因为农艺性状比较复杂，多为多因子遗传，所以不能因抗锈性而牺牲农艺或产量性状。此外，还应根据抗锈亲本的遗传情况，掌握后代群体的大小和选择的标准。亲本抗锈性为简单遗传时，后代群体可小些，复杂遗传时要大些。亲本抗锈性为显性或不完全显性时，选择的标准应严些，只选择抗锈植株；隐性或偏隐性时，宜宽些，可酌留轻感病株以至病株。无论抗锈性遗传表现如何，一般都应注意早代选择。

抗锈性鉴定　抗锈育种的亲本选择和后代选择的依据是抗锈性鉴定结果。应选用当地流行的主要生理小种及有可能发展的生理小种进行鉴定。它包括温室苗期鉴定和大田成株鉴定，两者都需要进行人工接种，以保证充分发病和控制生理小种。

苗期鉴定接种方法有涂抹法、扫抹法、喷液法、喷粉法等，其中以喷粉法最为简便易行。苗期接种成败的关键在于能否掌握好温度(条锈病9～16℃，叶锈病15～22℃，秆锈病18～24℃)、湿度(相对湿度100%最好)、光照(12小时以上日照)等环境条件，也要注意避免空气污染。

大田成株鉴定，一般采用对诱发行接种的办法。诱发行常用对3种锈病都严重感染的品种，或分别严重感染某1种锈病的混合群体。其在田间设置是与试验行行向垂直，每隔一定距离设1行，使诱发行在全田均匀分布，在苗小时用喷液或喷粉法接种，喷后用塑料薄膜或充分浸泡的小花盆覆盖保湿24小时。在小麦拔节后，则用医用注射器注射锈菌孢子悬浮液的方法接种。接种点在田间均匀分布，有时需要配合灌水，以增高湿度，保证充分发病。

鉴定记载标准包括侵染型、严重度和普遍率。苗期只记载侵染型，成株则可3项均记。侵染型过去按0、0；1、2、X、3、4级的7级记载(条锈无X级)。近年为把数据输入电子计算机，改用0～9级的10级记载。也有把成株侵染型记载标准简化为 0(免疫)、VR(高抗)、R(抗)、MR(中抗)、MS(中感)、VS(高感)等6级的。严重度通常按0、t(少)、5、10、25、40、65、100记载。普遍率则以百分数(%)表示。

抗锈性丧失及其控制　小麦抗锈育种存在的主要问题是抗锈品种抗性的丧失。一个小麦抗锈品种在大面积上推广以后，一般经过5年左右就会丧失抗性，有些品种的抗性可保持10年以上。在中国，近30年来，一些著名抗锈品种和抗源先后丧失了抗条锈性，这种变化已经历了6次。美国的抗秆锈病品种也有类似情况，在1916年、1934年、1950年曾发生了大面积品种丧失抗性。

抗锈性丧失原因是锈菌生理小种的变异。在大面积上种植单一抗病品种或单一抗源，人为地打破了小麦品种群体和锈菌生理小种群体间原有的生态平衡，使对该抗锈品种致病的生理小种比重逐年上升，不能致病的生理小种比重下降，最后导致该品种完全丧失抗性。合理运用品种以延缓抗性的途径为：①以抗源多样化代替抗源单一化，如抗源轮换、抗源积累、采用多系品种，以达到恢复品种群体和锈病小种群体之间的平衡。②在依靠专化抗性(垂直抗性、主效基因抗性、绝对抗性)品种的同时，注意发掘和利用非专化抗性(水平抗性、微效基因抗性、一般抗性)或耐病性品种。③在与菌源传播关系密切的地区，有计划地选育并种植含有不同专化性抗性基因的品种。另外，在锈病易发区辅以药剂防治，消灭发病中心也值得重视。通用的药剂有粉锈宁等。　(杨作民)

小麦品质（wheat quality） 适合制作不同食品的小麦籽粒和面粉的加工特性。小麦主要做食品，要求其既要有好的加工品质，又要有较高的营养价值。衡量小麦品质的标准取决于利用目的，但由于民族、地区的生活习惯、经济发展水平、审美观点以及个人偏爱的不同具体标准也有所差异。

在小麦籽粒构成中，胚约占3%，麸皮占12%，胚乳占85%。胚乳的主要成分是淀粉和蛋白质。前者约占籽粒重量的60～80%，后者占7～18%。小麦制品品质的优劣主要决定于这两种成分的含量和性质，其中蛋白质含量和性质尤为重要。小麦籽粒品质既受遗传因素的控制，也受生态环境和栽培条件的影响。其中蛋白质含量受环境的影响一般大于遗传因素的作用。同一样品由于加工工艺和配方不同，其成品品质也有一定差别。

市场上为便于管理和销售，一般将商品小麦按皮色、粒质和冬春性进行分类。美国**普通小麦**分为5类：①硬（质）红（皮）春（性）；②硬红冬；③软红冬；④白麦；⑤混合小麦。硬粒小麦分为两类：①硬粒；②红硬粒。澳大利亚多种植白麦，根据籽粒蛋白质含量和加工要求分为5类：①特优硬质；②硬质1号；③硬质2号；④标准白麦；⑤软麦。苏联分为5类：①红春；②硬粒；③白春；④红冬；⑤白冬。类下按硬质率分为2～5个亚类。美、苏的类或亚类下又按容重、杂质含量、破损率、水分等分为5级。澳大利亚则按产区分级，级外小麦多作饲料。中国按皮色和粒质分为6类：①白硬；②白软；③红硬；④红软；⑤混硬；⑥混软。类下按容重、水分等分级。

硬质小麦蛋白质含量较高，一般在12.5%以上（干基），面筋含量也较高，面团拉力较大，弹性较好，适宜烘烤面包；软质小麦则相反，蛋白质含量多在11%以下，适宜制做酥饼、饼干、糕点等。硬粒小麦胚乳质地硬，蛋白质含量在12.5%以上，面团坚实有劲，适宜制做通心面制品。春麦蛋白质含量和面包烘烤品质一般高于冬麦，但其容重较低，出粉率较少。皮色实质上和品质并无直接关系，而皮层的厚薄则与出粉率有关。普通小麦红皮品种的粉色较鲜亮。制粉工业发达的国家一般喜欢红麦，取出粉率70%左右。发展中国家为了追求高出粉率，喜用白麦，加工时可使较多的麸皮磨入面粉，而不严重影响粉色。白麦的缺点是容易穗上发芽，影响食品加工品质。

加工品质包括磨粉品质和食品加工品质。

磨粉品质 普通小麦要求出粉率高，粉色白，灰分少，磨粉简易，便于筛理，耗能少。对籽粒的要求是容重高，籽粒大而整齐，饱满度好，皮薄，腹沟浅，胚乳质地较硬。容重是磨粉品质的一个重要的综合指标。容重大的小麦出粉率高而灰分含量低。出粉率是面粉产量占供磨籽粒重量的百分数，是一个相对的概念，比较同类小麦的出粉率时应以制成相似的面粉灰分含量为准。灰分含量是面粉精度的指标。一般发达国家规定面粉的灰分含量在0.5%以下。中国富强粉的灰分含量为0.75%，标准粉为1.2%。小麦籽粒的灰分和蛋白质、脂肪、维生素含量以糊粉层最高，越往里面越少。精度高的面粉灰分低，粉色白，但营养成分减少。籽粒硬度与胚乳质地密切相关，对磨粉工序有较大影响。硬质小麦由于胚乳中淀粉粒与蛋白质基质紧密粘结，碾磨时耗能较多，但其胚乳易与麸皮分离，出粉率较高，面粉的麸星较少，色泽较好，灰分含量较低，形成颗粒较大，形状较整齐的粗粉，流动性好，易于筛理。软质小麦则相反，出粉率较低，麸星较多，粉粒细而不规则，流动性差，不易筛理。硬质小麦磨粉时淀粉粒破损率较大，面粉吸水率较高；软质小麦则相反。淀粉粒破损率太高的面粉在制做饼干、酥饼时易生裂缝，烘烤蛋糕时颗粒结构不匀，影响食品质量。籽粒硬度可用特制的硬度计（磨碎时间法）测定，也可用颗粒粗细指数(PSI)法或珠粒指数(PI)法测定。籽粒硬度与透明度（玻璃质率）、蛋白质含量虽有一定关系，但也有例外。面粉白度可用特制的白度计测定，或与标样比较凭经验感官评定。为了在实验室条件下测定小麦的磨粉品质，可用一些小型实验磨粉机，如瑞士的布勒（Buhler）磨和联邦德国布拉本德(Brabender)公司的Quadrumat Senior磨等，前者需用小麦样品1～2千克，后者需100～200克。样品少时也可以用布拉本德的Quadrumat Junior磨粉，只需几十克小麦。

食品加工品质 分为烘烤品质和蒸煮品质。

烘烤品质 包括面包、饼干、酥饼、糕点等的烘烤品质。

烘烤面包 多选用蛋白质含量较高、面筋质量较好的硬质小麦面粉，要求有较强的吸水力，和面有筋力，耐搅拌，面团有一定弹性、抗拉伸力和延伸性；发酵时忍受力强，不软化，不粘器械；制成的面包体积大，面包心孔隙小而均匀，壁薄，结构匀称，松软有弹性，洁白美观；面包皮着色深浅合度，无裂缝和气泡；味美适口等。评价面包烘烤品质最可靠的方法是实验烘烤测定，即称取一定量面粉，按规定配方、程序和时间进行发酵、造型，在实验烤炉中烘烤，最后称重、量体积，并按规定标准进行感官评定。但这种测定面粉用量较多，不适用于育种早代材料的评价。

面包烘烤品质主要取决于面团发酵时形成和保持二氧化碳的能力，也与淀粉的特性和酶活性有关。面团保持气体的能力又称面粉强度，主要取决于蛋白质或面筋的质和量。蛋白质可由凯氏定氮法及其衍生方法直接测定，或用近红外反射光谱仪做快速的间接测定。面筋是用2%食盐水揉洗面团后剩留的有弹性和粘滞性的胶皮状物质。其中80%左右是麦醇溶蛋白和麦

谷蛋白，此外还有少量淀粉、纤维素、脂肪和矿物质。根据湿面筋含量一般将面粉分为4等：高筋粉（>30%）；中筋粉（26～30%）；中下筋粉（20～25%）；低筋粉（<20%）。面筋质量与烘烤品质相关密切。测定面筋质量的方法很多，其中较简便而又相当准确可靠的方法是沉淀试验(Zeleny sedimentation test)和全粉面团发酵时间试验(Pelshenke test)。

沉淀试验测定的沉淀值能反映面粉中蛋白质或面筋含量及其质量对面包烘烤品质的综合影响，它与面包烘烤品质呈显著正相关。其原理是面筋在弱酸性溶液中吸水膨胀后影响悬浮面粉粒在溶液中下降的速度与体积。测定方法为将一定量的粗粉倒入盛有一定容量稀乳酸试剂的100毫升量筒中，经一定方式振荡和一定时间静止后记载其沉淀物体积，以毫升为单位。体积越大表明面筋的质量越好。根据沉淀值可将小麦品质由优到劣分成>50、49～35、34～20和<20四级。也有采用SDS（十二烷基硫酸钠）沉淀试验测定沉淀值的。SDS是一种表面活性剂，可连接在蛋白质分子的某些位置上，改变其可溶性，使不溶于稀酸溶液的面筋蛋白质的部分分子（如与脂肪分子相联系的部分）转变为可溶而增加水合能力。但此法受样品粉粒大小的影响（大粒样品沉淀较快），而且蛋白质含量超过16%（干基）时样品间的面筋强度不易区分。

全粉面团发酵时间法能指示面筋对发酵时产生气体压力的抗性。将加有鲜酵母的面团（一般用10克全粉，微量法为5克）放入玻璃水杯中，保持温度32℃。随着发酵产生二氧化碳，面团体积增大而比重降低，面团升至水面，继续发酵直至面团破裂，下面一半落入水底。从放入面团到面团一半左右落入水底的持续时间即伯尔辛克(Pelshenke)值，以分钟为单位。根据伯尔辛克值可将小麦分成3类：低品质（<30分钟）；中等（30～80分钟）；优质（>80分钟）。

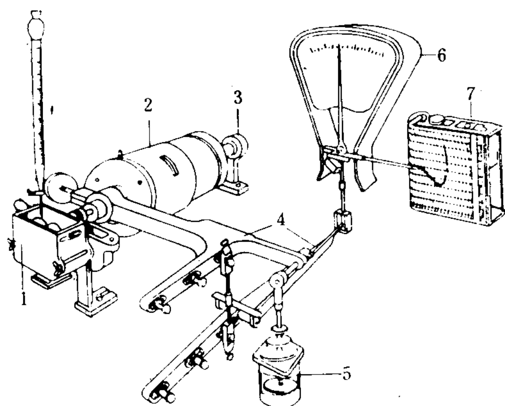


图 1 粉质仪结构

1. 和面碗；2. 测力计；3. 电机；4. 杠杆系统；5. 阻尼器；6. 刻度盘；7. 记录器

面筋是在揉面过程中形成的，面筋质量所反映的面团物理性质更接近实际加工条件。测定面团流变学特性可以评价面筋品质和面包烘烤等食品制做品质，其测定仪器常用的有粉质仪(farinograph)、揉面仪(mixograph)、拉伸仪(extensograph)、吹泡示功仪（alveograph)等。

粉质仪（图1）可以测定面粉吸水率、面团形成时间、面团稳定和软化的时间与程度，由仪器自动绘出的粉质图（图2）识读。用一种特制的测值计（valorimete）可将面团的品质用一个综合记分（评价值）表示出来。弱力粉面团形成和稳定时间短，软化度大；中

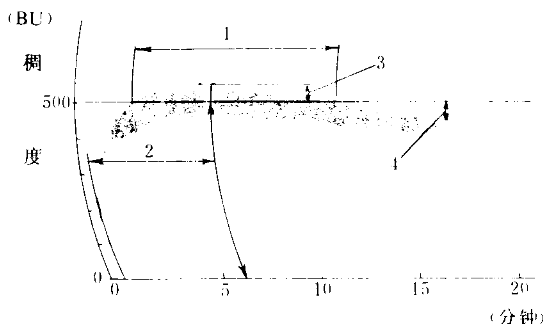
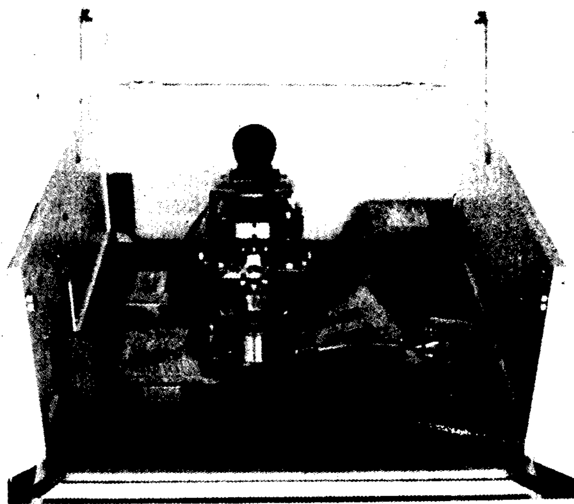


图 2 粉质图

1. 稳定性；2. 面团形成时间；3. 公差指数；4. 软化度

强力粉面团形成和稳定时间较长，软化度较小；强力粉面团形成和稳定时间长，软化度小；特强力粉稳定时间可达20分钟以上。美国面包用粉要求吸水率60±2.5%，形成时间7.5±1.5分钟，稳定时间12±1.5分钟，断裂时间14±1.5分钟，公差指数30±10BU（有


图 3 揉面仪(mixograph)

拉本德仪器单位)。中国小麦，尤其是北方小麦的蛋白质含量并不低，但面筋质量较差，面团流变学特性的多数指标低于美国硬红冬小麦。

揉面仪(图3)的原理与粉质仪类似，可反映不同面粉间的较小差异，但读数不如粉质仪稳定。它在揉面时转速快，与面包厂的揉面要求比较接近。美国品质实验室多采用此仪器。先用粉质仪测定面粉吸水率，再按所需吸水量进行揉面测试，以确定面粉样品的最适揉面时间和耐揉性。在仪器自动绘出的揉面图中，曲线达峰值的时间为最适揉面时间。峰后曲线下降斜度、曲线宽度和峰两边曲线是否平稳一致可综合反映其耐揉性，可分为8级(图4)。揉面时间短，耐揉性差的面粉不适宜烘烤面包。揉面时间中等或中等偏长(3～4分钟)，耐揉性适中(4～5级)的能较好地满足面包烘烤的要求。揉面时间过长的须掺和一定量的弱力粉才适宜烘烤面包。

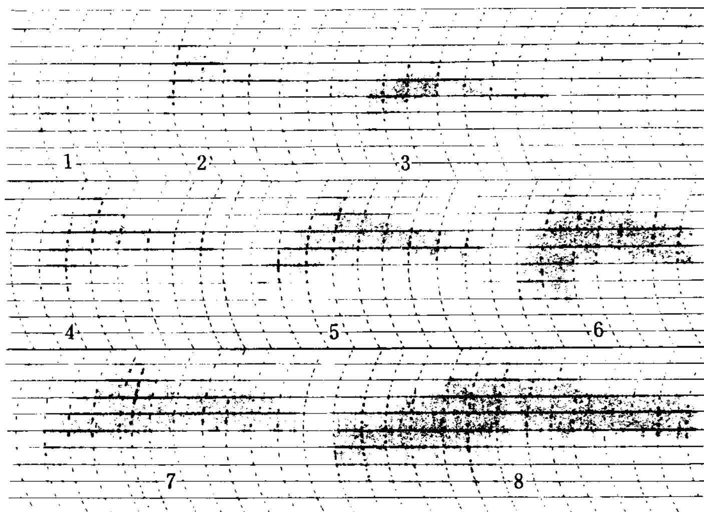


图 4　揉面图(mixogram)

拉伸仪(图5)可按面团被拉长时所产的抗力自动绘出拉伸图(图6)，对面团流变学特性进行评定。曲线高度表示面团被拉伸时的阻力，以仪器单位BU或EU表示；曲线横座标长度表示面团延伸性，以毫米为单位。求出高度与长度之比值。曲线所包括的面积表示面团筋力，以平方厘米为单位。根据拉伸图可将面粉分为：弱力粉——阻力小，延伸性小或大。延伸性小的适宜做饼干、酥饼之类食品，延伸性大的适宜做面条类食品；中力粉——阻力较大或中等，延伸性小；强力粉——阻力大，延伸性大或适中；特强力粉——阻力特大，延伸性小。烘烤面包以曲线面积大，高、长比值适中为好。比值过大，则面团过于坚实，性脆易断，面包体积小而干硬；比值过小，则面团易于流变，面包心发粘。

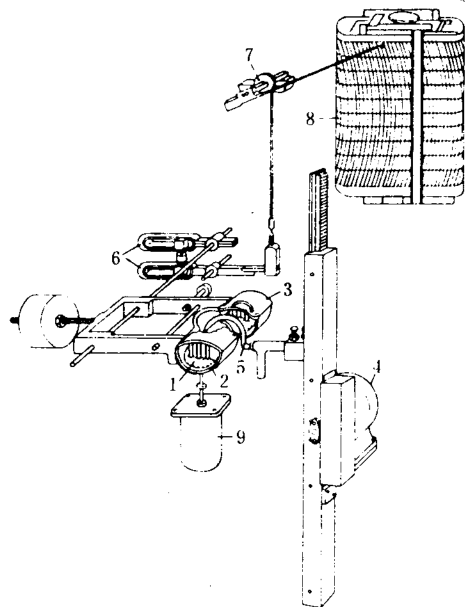


图 5　拉伸仪

1. 面团；2. 面团支架；3. 面团夹子；4. 电机；5. 钩子；6. 杠杆系统；7. 平衡器；8. 绘图纸；9. 阻尼器

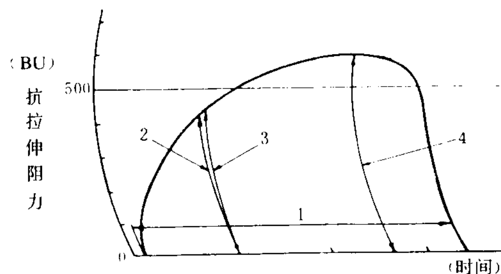


图 6　拉伸图

1. 延伸性；2. 5厘米处抗拉伸阻力；3. 校正5厘米处抗拉伸阻力；4. 最大抗拉伸阻力

吹泡示功仪的原理与拉伸仪相似，可测定面片变形时抵抗空气压力的强度。先将面团做成一定厚度的面片，固定在具有中心圆孔的圆盘上，用压缩空气从孔下向上将面片吹成气泡，直至破裂，由仪器自动将气泡内压力变化过程绘成吹泡示功图。曲线的高度表示面团的张力，以毫米为单位。横座标长度(毫米)表示面团的延伸性，二者综合可以表示气泡的体积。测计图线所包括的面积并换算成1克面团变形所需的比功。比功大于280尔格为强力粉，200～280为中力粉；

小于200为弱力粉。此法多在法国、比利时等国应用。

面团发酵形成二氧化碳的能力决定于淀粉酶降解淀粉形成的和面粉中原有糖分的数量。面粉中主要含有α-淀粉酶(液化酶)和β-淀粉酶(糖化酶)。α-淀粉酶主要把淀粉中占25%左右的直链淀粉分解为糊精；β-淀粉酶将支链淀粉降解为麦芽糖和糊精，也能作用于直链淀粉使之降解为麦芽糖。随后麦芽糖酶将麦芽糖进一步分解为单糖。β-淀粉酶在正常小麦面粉中有足够的含量,而α-淀粉酶则含量极少。一旦种子发芽,α-淀粉酶就会急剧增加。如果面粉中α-淀粉酶活性不足,则淀粉糊化不够，面团干硬，糖分少，面团发酵能力差，面包体积小，形状不正，质地干硬。如酶活性过大,过量的淀粉酶被糊化,降低了淀粉的胶体性质，使其难以忍受气体的压力，小气泡破裂成大气泡，则面包体积小，质地不均而且发粘。借助发酵仪(fermentograph)可以测定面团发酵形成二氧化碳的体积及其动态变化，由仪器自动绘出的发酵图识读。通过测定淀粉特性和淀粉酶活性以间接评价烘烤品质的仪器有粘度仪(amylograph)和降落值计(falling number)等。由粘度仪绘出的糊化图可对淀粉品质作出评价。根据最高粘度可预测面包内部结构状况：0～200BU表示酶活性强，淀粉凝胶时保水力差，面包心粘湿；200～500BU表示面包心弹性好，湿度适宜；500～1 000BU表明酶活性低，淀粉凝时保水力强，面包心干硬，易于失去新鲜性。降落值计可测定α-淀粉酶活性。根据面粉的降落值(秒)可将小麦分成：＜150秒为发芽小麦，酶活性高，面包心粘湿；200～300秒为无发芽小麦，酶活性正常,面包质地优良；＞300秒表明酶活性低，面包体积小，面包心干硬。

烘烤酥饼、蛋糕　这类食品以软质小麦作原料,要求面粉蛋白质含量低，面筋弱，灰分少，粉色白，颗粒细腻。由于这类食品花样多，不同国家和地区对食品质量的要求不一，带有习惯性和主观性，除对酥饼和蛋糕的品质标准研究较多,测试方法已略有规范外,其它食品的测试标准尚不成熟。酥饼品质的直接评价是用一定量通粉按规定配方和方法烘烤成圆酥饼，测量其直径、厚度,评价其质地和外观。要求直径大,径/厚比值(扩展指数)大,表面裂缝适中、均匀,质地酥脆,口感好。间接评价方法有酸性粘度试验、揉面图面积测定、面粉吸水率测定、碱性水分保持力(AWRC)试验等，它们与酥饼烘烤品质有显著相关性。烘烤蛋糕要用细粉，在美国要求出粉率50%的精白粉。根据制成蛋糕的体积、内部结构、色泽、风味等进行评价。要求体积大、内部孔隙小、皱纹密而均匀，壁薄，柔软，湿润，瓤色白亮，味正美口。面粉细度与蛋糕体积密切相关，而前者又和籽粒硬度相关，在育种早代可用颗粒粗细指数测定之。

蒸煮品质　包括馒头、面条、通(实)心面等的蒸煮品质。

馒头面条品质　馒头和面条是中国人的日常食品，其加工过程与面包、通心面不同。迄今尚没有标准化的评价方法和统一的品质标准。馒头是蒸制的，对面粉蛋白质含量和强度的要求比面包低，评价品质的项目内容与面包基本相似而标准较低。蒸制优质馒头一般要求籽粒角质率大于65%，面粉白，湿面筋含量在25%以上,面筋强度中等,面粉蛋白质含量不低于10%(干基)。粉质图的面团断裂时间和评价值，拉伸图的面积(能量)和面团延伸性对馒头品质影响很大，可作为评定指标。值得指出的是，H.H.弗雷德(Faridi)等(1984)证明，馒头的所有淀粉都糊化,最适宜消化。C.C.程(Tsen)等(1977)指出，在面食生产上，蒸比烤赖氨酸损失少，建议其它国家效法中国，采用蒸馒头的方法。

面条是在常温常压下压切或拉制的，一般硬质或半硬质小麦和面团延伸性好而强性较小的面粉适宜做面条。优质挂面要求色泽白亮，强度好,不易折断,煮后不浑汤，富有弹性和韧性，爽口不粘牙。D.M.米斯科里(Miskelly)(1985)认为，影响中国广东式面条品质的主要因素是蛋白质含量、面团强度和淀粉糊粘性。每种因素都有一个最适范围，超过这个范围品质就变劣。面条光泽与蛋白质含量和粉色等级呈负相关。按面条硬度和弹性评定，蛋白质含量在12.1～12.7%之间，拉伸仪的延伸性在245～254毫米之间，抗拉伸阻力在273～471BU之间，降落值在251秒左右的面粉制出的面条评分较高。挂面强度与籽粒硬度、蛋白质含量、面筋强度呈正相关。煮面的韧性与面团强度呈正相关。而煮面的外观性状(色泽、光滑度)则与面团强度呈负相关。粉质仪的面团软化度是评价煮面品质的较好指标。

通心面品质　传统的通心面多用硬粒小麦磨成的颗粒粉(semolina)加水30%左右和成面团在150～250个大气压下挤压而成。通心面种类繁多,有不同直径、长度、形状花样、中空或实心填加不同配料的制品，市场上销售量最多的是长实心面，即意大利式面条。优质通心面制品应具有深琥珀色，透明，有光泽，质地致密坚韧,机械强度大。煮后能保持原来形状与颜色,坚韧滑爽，不粘连，甘香适口。

籽粒品质与通心面品质关系密切。硬粒小麦籽粒颜色以琥珀色为上品,红色的较次。要求角质率高,硬度大,"花腰"率低,不带黑胚，容重大，出粉率高，一般为75%左右，其中颗粒粉应占80%以上，蛋白质含量不低于12%，面筋强到中强，叶黄素含量高，脂氧合酶活性低。颗粒粉色泽是一个重要的品质指标。通心面以黄色为佳，过深过浅均非所宜。颜色深浅是由胚乳中类胡萝卜素，特别是叶黄素含量决定的。红皮硬粒小麦色素含量过高，不如琥珀色的好。在面条压

制时脂氧合酶会氧化色素，使制品颜色发白，有碍质量。育种家已把籽粒叶黄素和脂氧合酶含量列入品质改良的主要目标。

颗粒粉的制粉与通心面制做工艺对通心面品质也很重要。制粉时不仅要求颗粒粉的出粉率高，而且要求粒度大小均匀，一般为250～350微米。颗粒粉吸少量水后(30%左右)就能在短时间内搅成光滑、坚实、易成形、不膨胀、不粘滞、不延伸、呈黄色的面团。现代通心面制品多在生产线条件下制做，把和面、抽条、抽真空、挤压成形、切割、烘干等工序结合起来。抽真空旨在将面团里的空气抽掉，使之致密坚实，以增强产品和透明度与光泽。有的生产线从和面到挤压的全过程都在真空条件下进行，以减少面团叶黄素与空气接触发生氧化的机会，保持通心面的固有色泽。面团在挤压过程中通过控温使淀粉在一定程度上糊化，压成的通心面烘干后坚实、不易变形。干燥工序对通心面品质至关重要。要掌握最适温度、适宜的相对湿度动态变化和一定的干燥时间，使制品韧性好、不断条、色泽鲜亮、不长霉菌。已研制出高温(60～80℃)干燥技术以缩短加工时间，并可强化色泽，改善煮面特性。

鉴定通心面品质最直接可靠的方法是在产品制成一周后进行煮面实验，鉴定煮面最适时间、耐煮性、煮面损失、面条色泽、坚韧性、粘性与口味。在实验室条件下测定通心面品质的仪器设备和方法虽不如普通小麦烘烤品质那样成熟，但也取得一定进展。颗粒粗细指数和粉质图可作为预测通心面品质的参考。煮熟面条的切割应力和抗变形力测定与口感测定的韧性和咬劲颇相吻合。用塑料牙测定咬断单根煮熟面条所耗的功，也能基本反映通心面的煮食特性。

小麦的营养品质主要指蛋白质含量及蛋白质的氨基酸组成的平衡程度。营养品质对发达国家来说无关紧要，但对不发达国家和用作饲料的小麦来说就相当重要。小麦蛋白质为完全蛋白质，含有各种必需氨基酸。但其氨基酸组成不平衡，缺乏几种必需氨基酸，其第一限制性氨基酸为赖氨酸，以联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)1973年规定的临时氨基酸模式的百分率表示为52，其消化率只有鸡蛋蛋白质的68.8%，生物值(BV)也较低，为58～67%。评价小麦的营养品质除做化学分析外，还应进行生物鉴定。

参考书目

Pomeranz, Y. (edited), *Wheat—— Chemistry and Technology*, Published by the American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, 1978.

Christensen, Edith A. (edited), *American Association of Cereal Chemists Approved Methods*, Published by the American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, 1983.

(李宗智)

小麦品质育种 (breeding wheat for quality) 以优质为主要目标的小麦**品种**改良工作。小麦品质的优劣取决于其利用目的，不同类型食品需要不同种类和级别的小麦。现代磨粉业可以根据不同食品的要求，选用若干具有不同品质特点的小麦品种或类别搭配加工成为专用面粉，以满足市场需要。育种家必须经常了解磨粉和食品加工业对小麦、面粉的化学与物理性能的要求，培育出适应不同用途的优质小麦品种。

面包是发达国家传统的食品，因而小麦的面包烘烤品质首先引起人们的重视。美、加、苏、澳等小麦主产国都设有专门品质实验室研究不同产区的小麦品质，规划出适宜生产某种用途(类别)品种的地区，分区鉴定育种单位提供的新品种和高世代品系的品质特性。每年公布测试结果，提出推荐品种名单，供育种和生产单位参考。一些先进国家对商品小麦规定了分类、分级标准，实行优质优价，并从品种培育、推广到小麦收购、贮运、加工、出口等各个环节都有一套严格的质量控制程序，有力地促进着**品质育种**工作的发展。

变异与遗传 决定面食品品质的主要因素是蛋白质含量及其品质，酶活性和淀粉特性也有一定影响。不同面食品对蛋白质(或面筋)的量和质要求不一。小麦籽粒的蛋白质含量有较大变异。1966～1979年间美国农业部在内布拉斯加州分析了20 000 份不同种的小麦种质样品。其中有世界普通小麦样品12 613份，其蛋白质含量的变幅为6.91～22.00%，平均12.97%，其中可遗传变异为5个百分点。**中国农业科学院品种资源研究所**分析了1982年编入**《中国小麦品种志》**的572个推广品种的蛋白质含量，变动在8.07～20.42%(干基)之间，平均12.76%，其中**春小麦**为13.37%，**冬小麦**为12.39%。可见中国小麦品种蛋白质含量不算低，但其面筋质量较差，一般不大适合烘烤优质面包。这是长期以来没有针对这类品质性状进行选择的后果。制做面包用的小麦，除要有一定含量的蛋白质外，还要求面筋强度大。不同小麦品种面筋强度差异很大。强力粉揉面时间较长，揉面图的斜率小，曲线宽，面团耐揉性好，不会因揉混过度而变软发粘。但烘烤酥饼或蛋糕则需用面筋弹性小，质量差的弱力粉。

小麦品质既受遗传的控制，也受气候、土质和栽培条件的影响，尤其与籽粒灌浆期间的雨量、空气湿度、温度和养分供应状况有关。高温低湿可提高籽粒蛋白质的相对含量。一般来说，环境的影响大于遗传作用，但在同一地区条件下面筋质量主要受遗传控制。增施氮肥，特别是后期追氮可显著提高品种的蛋白质含量，而对面筋质量的影响取决于蛋白质各种组分比例和结构的变化。小麦品质是由许多复合性状构成的，遗传比较复杂。已知粒色受1～3对基因控制，粒形和硬度的遗传也较简单。其它构成品质的许多性状均属多基

因控制的数量性状，遗传力低至中等，杂种F_1代的品质多介于双亲之间而偏向低值。普通小麦的21个染色体无不与品质有关，其中D组染色体对面包烘烤品质影响较大。不同品种在构成小麦磨粉和食品加工品质的一系列性状上存在着广泛的变异。在产量、抗逆性和品质性状之间，在各种品质性状之间存在着错综复杂的关系，既有有利的相关，也有不利的相关。已知在产量和品质，尤其是和蛋白质含量之间，在蛋白质含量和蛋白质中赖氨酸含量之间，以及在赖氨酸含量与面包烘烤品质之间，常呈不利的负相关。育种家的任务是采取一切可能的途径协调这些关系。高产和优质的结合是一个困难的任务，但不是不可逾越的障碍。

测试指标　品质性状单凭目测很不可靠，选用适当的测试指标和方法，对品质育种至关重要。测试项目因地区、育种目标、实验室条件、材料特点、世代早晚而异。总的原则是由简单到细致，从微量到常量，先间接后直接，由部分到全面，从实验室到车间。并经常与粮食和食品加工部门取得联系，了解供需情况和加工工艺的发展，不断修正测试内容和标准。早代材料多，种子量少，性状未稳定，选择效率低，测试项目不宜多，在方法上要求：①简便易行，短期内能测试大量样品；②样品小，不超过10～12克，便于筛选单株；③受其他因素的干扰较小，能反映品质的某些特点。稳定的品系进入产量试验阶段时，种子量较多，可进行实验磨粉、面团流变学特性测定和烘烤试验等。中间世代材料的测试可灵活掌握，如能利用一些微量装置和方法进行制粉和烘烤试验则有利于提高选择效果。对亲本材料和准备推广的品种应进行尽可能精细的测定，以取得比较全面的信息。各代材料除目测粒色、胚乳质地、饱满度、皮层厚薄外，还应有选择地进行表1所列项目的测试。

表 1　建议的小麦品质育种中不同世代的测试项目

项　　目	F_2～F_4	F_4～F_6	F_6及以后（包括亲本）
硬度	√	√	√
蛋白质含量	√	√	√
全粉面团发酵时间	√		
Zeleny或SDS沉淀值	√	√	
实验磨粉		√（微量法）	√（常量法）
出粉率		√	√
灰分含量		√	√
粉色		√	√
湿面筋含量		√	√
揉面仪测定		√（10克）	√
粉质仪测定			√
拉伸仪测定			√
烘烤试验			
面包			√
酥饼（cookie）			√

籽粒硬度影响加工性能，可用小型硬度计（GT法）测定或用颗粒粗细指数（PSI）法和珠粒指数（PI）法测定，前者较为简便微量，后两种方法较为准确。硬质小麦麸皮与胚乳易于分离，出粉率高，面粉吸水多，面包发酵性能好，但磨粉耗能较多。软质小麦则相反。蛋白质含量是最基本的品质指标，采用近红外反射分光仪测定较为简便。全粉面团发酵时间 (pelshenke) 在一定程度上可以反映面筋质量，样品小，方法简便。沉淀值，不论是泽伦尼 (Zeleny) 法或 SDS 法测定，与面团特性、面包体积和面包评分均有较密切的相关，是目前早代品质测定中较常用的方法。有穗发芽为害的地区要特别注意加测α-淀粉酶活性，一般用降落值 (FN) 表示。也可在室内模拟人工降雨来筛选抗穗发芽材料。硬粒小麦用于制做通（实）心面，除参照上述项目进行有关测试外，必须测定硬度和叶黄素含量，还要做通（实）心面压制、烘干和煮面测定。

育种要点　品质育种在途径、程序和方法上与一般品种改良并无不同。最常用的方法仍是**杂交育种**。人工引变和**远缘杂交**也很有效，常用以创造中间材料。在育种步骤上，首先，要明确育种目标。原则上应优质、高产、稳产并重，以加工品质为主，兼顾营养品质，具体则区别情况有所权衡。其次，要制订出各类品种的种植区划，分区设立品质实验室和育种机构。第三，要根据本地区的生态条件、生产要求和现有品种的品质缺陷广泛征集筛选优质亲本，并对其进行较为精细可靠的鉴定。国际上常用的高蛋白种质有阿特拉斯 66(Atlas 66)、马格尼夫41（Magnif 41）、安尼弗萨罗（Aniversario）、纳普荷（Nap Hal）、四月芒（April Bearded）等；在蛋白质含量、质量和产量的结合上较好的品种有NE7060、F26～70、兰科塔（Lancota）、平原人5号 (plainsman V)、无芒 1 号（Безостая 1）、米罗诺夫808（Мироновская 808）、萨拉托夫29（Саратовская 29）等，可供品质改良应用。在选择优质亲本时，除应强调面包烘烤等食品制做必须符合标准外，还要注意其它农艺性状不能太低。可在F_1代进行三交或有限回交以兼顾各类性状的协调改良。第四，对杂种后代的处理要有适当的选择标准。因为品质性状大都是多基因遗传，容易受环境条件的影响，一般在F_1代不根据品质进行淘汰；F_2、F_3代虽应采用一些简便有效的方法筛选优良单株，但选择压力不宜过大。进入高世代特别是测产阶段时，可用常规的实验室方法进行品质鉴定，并注意积累多年多点的资料。测定面团流变学特性的一些方法虽以面筋质量为主，但会受到蛋白质含量的影响。在评价品种的面筋品质时应注意调整在同一蛋白质的水平上进行比较。最好将同一品种在不同地点或条件下种植的、具有不同蛋白质含量的样品，按一定比例配成蛋白质含量相同的混合样品进行测试，以便对不同品种的面筋品质作出合理的比较。应

该指出，即使是后期世代采取常规实验室方法所得的结果，仍与面粉厂和生产车间的实际加工表现不一定完全一样，评价品种的品质最终还要靠生产加工的检验。品质的好坏是相对的，蛋白质含量和质量不同的品种都有其适合的用途，在确定品种的生产利用价值时应从多方面加以衡量。品质性状与产量性状在一定程度上常有负相关的趋势，在选择过程中应特别注意这两类性状的协调结合，不能片面追求品质而牺牲产量，因为农业生产上要求的是高产优质。就蛋白质含量而言，不仅要求蛋白质含量高，还要求蛋白质产量高。第五，与有关部门和专业开展协作。品质育种不单是育种部门的事，必须与粮食部门、制粉业、食品加工业、谷物化学、耕作栽培、种子经营部门等开展横向联系与协作才能有效地开展这项工作。此外还不可缺少地有赖于有关工业部门的资助。

中国在改良面包烘烤等食品的加工品质上从本世纪80年代才开始起步。已经从现有品种中筛选出一些比较符合加工要求的品种，如忻县79-2060、绵阳19、8131-1等。已知国外的优质种质在中国多有晚熟等缺点，可采取辐射处理等方法创造新的优质种质。鉴于品质性状的内容较多，利用中国太谷显性核不育基因进行以品质为主要目标的轮回选择，也是一条可行的途径。至于中国馒头、面条的品质改良，也要分地区各有侧重地协作进行。首先要明确优质馒头、面条的主要品质指标，研制适用的测试设备，订出鉴定方法和标准，在逐步完善和标准化的过程中同时应用于育种实践。

本世纪70年代以来发现利用电泳分析技术可按电荷不同将麦醇溶蛋白分成α、β、γ和ω四种类型（利用酸性聚丙烯酰胺凝胶电泳，即(APAGE)，又可按分子量大小将麦谷蛋白分为高分子量（HMW）和低分子量（LMW）两类亚基（利用十二烷基硫酸钠聚丙烯酰胺凝胶电泳，即SDS-PAGE），它们各在电泳图谱的不同部位上显示出独特的谱带。不同品种由于所含的两种蛋白质、两种亚基的组分不一而在电泳分析时显示出各不相同的带型。遗传研究表明，为这两种蛋白质、两类亚基编码的基因位于同祖（部分同源）染色体群1和群6上，计有Glu-1、Gli-1、Gli-2三个位点群，共9个位点，每个位点各有若干个等位基因。为高分子量麦谷蛋白亚基编码的基因位于染色体1A、1B、1D的长臂（L）上；为ω、γ麦醇溶蛋白和麦谷蛋白低分子量亚基编码的基因位于染色体1A、1B、1D的短臂（S）上；为α、β麦醇溶蛋白编码的基因位于染色体6A、6B、6D的短臂上。通过对不同品种和一系列杂交组合后代的胚乳的电泳分析和SDS-沉淀值测定，相互对照，就可查明谱带组合与面包烘烤或面条制作品质的关系以及各谱带对优质的显示及其种质来源。联邦德国和英国已对大部分推广品种进行了麦谷蛋白高分子量亚基组分的鉴定，并为有关谱带对优质的显示进行评分。例如位于染色体1AL上为1号谱带编码的基因，1BL上为17、18号谱带编码的基因，1DL上为5、10号谱带编码的基因都对面包烘烤品质有较强的显示。英国剑桥植物育种研究所根据这一原理和技术，已采取优质谱带的互补杂交，应用SDS-沉淀值测定和SDS-PAGE的平行作业，开展面包品质育种。这样，可以在不破坏种子发芽力的情况下对单株、单粒进行优质基因型的选择，把常规的品质鉴定技术提高到分子生物学水平，从而深化和促进了小麦品质育种工作的开展。

参考书目

Heyne, E.C. (edited), *Wheat and Wheat Improvement* (2nd edi.). American Society of Agronomy et al, Madison, Wisconsin, USA, 1987.

Lupton, F.G.H. (edited), *Wheat Breeding Its Scientific Basis*, Chapman and Hall, London, U K , 1987.

（李宗智）

小麦气象灾害 (meteorological disasters on wheat)　由于温度、水分、风等气象因素的不足、过多或不协调而使**小麦**生育严重受抑或死亡，从而降低产量或品质的自然灾害。常见的小麦气象灾害有越冬期间的冻、雪、冻涝、冰壳害；春季拔节期的旱害、晚霜害；抽穗开花期的冷、旱害；灌浆成熟期的干热风、冰雹、高温、阴雨害等。中国北方麦区主要是旱害、冻害、干热风害，南方主要是湿害、冷害、阴雨害等。

旱害　小麦生育过程中若水分不足，生长发育就会受到抑制；严重缺水时还会造成死苗、青枯或影响结实，从而降低产量甚至绝收。小麦**播种**后，种子含水量达到其干重的35～45%才能萌发，要求适宜的土壤水分为田间最大持水量的60～70%。土壤水分不足时首先影响出苗，或虽出苗但幼苗细弱，根系发育不良，**分蘖**少。中国北方冬麦区的伏秋旱，春麦区的春旱，都会成为播种期的旱害；冬小麦越冬期间，幼苗生长缓慢或基本停止生长，易发生冻害，此期若遇干旱往往加重其冻害。冬小麦返青至拔节期，春小麦3叶期到拔节是小麦营养生长的重要时期，此期的春旱会影响小麦的生长和**穗分化**，使其植株矮小，叶面积小，穗粒数少。拔节后孕穗阶段，是小麦需水的临界期，也是小麦一生耗水的高峰期，这一时期的**耗水量**约占小麦一生总耗水量的30～35%。干旱会使小麦的成穗率和结实率降低，对产量的影响最大。抽穗至成熟，特别是乳熟阶段，小麦的需水量也较大，此时遇旱会影响小麦籽粒灌浆，千粒重下降。

冬小麦一生耗水450～600毫米，春小麦375～450毫米。不同产量水平耗水量不同。在适宜范围内，小麦产量随供水量的增加而增加。但达到一定数量后，水

分增加产量反而降低。黄河以北的华北地区，冬小麦生育期间若供水量大于600毫米，产量会下降。中国北方冬麦区年降水量为450～900毫米，西北春麦区在400毫米以下，北方春麦区不足600毫米，而且多集中在小麦收获以后的夏季。北方冬麦区小麦生育期间的降水量为150～250毫米，西北春麦区不足200毫米。特别是小麦需水的高峰期，即3月至5月份，降水量更少。华北地区3月至5月份的降水量一般在60毫米以下，春旱十分严重，有"十年九春旱"之说。历史上此期出现旱灾年份的频率也最高，对小麦产量威胁甚大。但华北平原和西北黄土高原地区，夏季降雨量为年降雨量的50～60%，土层深厚的地区，可把七八月份降水量的1/3贮存于土壤中，可供翌春作物利用，春旱较轻。世界上干旱、半干旱地区旱害也是小麦生产发展的限制因素。因此，搞好农田基本建设，积蓄雨季降水，发展灌溉事业，是小麦高产的关键。

干热风害　小麦生育后期即乳熟阶段，由于高温、低湿并伴随强风，而形成危害小麦正常**灌浆**的大气干旱，俗称"火风"。一般干热风害的指标是日最高气温≥30℃，14时的空气相对湿度≤30%，14时的风速≥3米/秒。各地因气候、土壤条件的不同，指标不完全一致。中国北方在5月至6月份常出现干热风天气，此时正值小麦乳熟期，气温高、湿度小、蒸发量大，小麦叶片含水量减少，根系活力降低，导致植株水分失调，细胞膜透性被破坏，光合作用受阻，往往短时间内就会成灾。受害植株茎秆和麦穗枯黄，颖壳发白，芒"炸开"，籽粒干瘪，千粒重下降，一般下降1～3克，严重时达5～6克。

苏联称为"干旱风"，在其欧洲部分的南部、东部和中亚细亚地区也经常发生。美国称为"干风"，主要发生在西部地区。中国的北方地区平均每10年有1～2次重干热风出现，重干热风年危害面积达1 300万公顷以上，以华北平原、河西走廊、新疆等地受干热风危害较重。

采取改革**种植制度**，选用早熟品种，增施磷钾肥，**灌浆**时浇麦黄水以及营造防护林等措施，对减轻干热风危害都有一定效果。

冻害　一般分越冬期冻害与春季冻害。冬小麦越冬期间生长缓慢或基本停止生长，抗寒力较强，但即使是抗寒力强的冬性品种，如冬季极端最低温度降到－20℃以下也会遭受冻害；弱冬性品种一般在－16℃以下就会受害。另外，若播种过早，冬前生长过旺，或播种过晚而苗弱，或播种过浅分蘖节靠近地面时，都会使冻害加重。春季小麦返青后，特别是拔节以后，抗寒力下降。如果在拔节后1～7天内遇－9℃的低温、7～14天遇－6～－7℃的低温、14～20天遇－2～－3℃的低温、20天以后遇－1℃的低温，都会受冻，轻者降低结实率，重者死苗。这种冻害通常叫晚霜冻害。

苏联的欧洲部分，特别是乌克兰北部、伏尔加河中下游和北高加索，中国北方冬麦区的北部、新疆冬春麦区的北部，冬小麦越冬期常有冻害发生。华北平原较严重的冻害5～6年一遇，新疆北部4年一遇；有的年份死苗率达20%以上。1977年、1980年，中国大部分冬麦区气温较低，小麦不同程度遭受冻害。播期过晚，播种过浅或品种选用不当的地块，造成大面积死苗。甘肃省陇东地区1949年以来较严重的冻害有11次，累计毁种面积67万公顷。

在上述地区确定冬小麦合理的种植北界，选育适于当地气候的品种，适期播种，播种深度适宜，是防止冻害的重要途径。晚霜冻害在中国产麦区也有发生，尤以北方冬麦区及西南、西北高寒地区威胁较大，霜冻前采用灌水、镇压等栽培措施，能预防或减轻霜冻危害。

湿害　因雨水过多、地下水位高、土壤质地粘重而排水不良，使土壤水分较长时间处于饱和状态(田间持水量80%以上)，造成土壤中缺氧；或因连绵阴雨，不仅土壤饱和，空气湿度也大，加上日照少，恶化了小麦生长发育的生态环境，都会使小麦遭受湿害。播种时，如土壤处于饱和状态，则无法进行播种作业。小麦苗期虽较耐湿，但若遇湿害，土壤中缺氧，幼苗的生理活动受抑，从而生长不良，严重时会烂根。拔节以后如遇湿害，将使根系早衰，茎叶早枯。小麦抽穗开花期的连续阴雨，有利于赤霉病、叶枯病等的发生和蔓延，危害更为严重。收获时降雨过多，还会引起**穗发芽**。

湿害是中国长江流域冬麦区和华南冬麦区的主要自然灾害之一，霉雨早临年份常造成危害。在3月至5月降雨量大于300毫米的地区，要采用开沟排水、深耕、增施有机肥料等措施防治湿害。3月至5月降水量大于400毫米的地区，不宜种麦。

中国西北、西南地区，小麦开花期间还会遇到低温冷害。即气温降至10℃以下，常引起花粉发育不良，甚至影响正常开花而不孕。靠近山区的麦地，小麦灌浆至成熟期间常有冰雹的危害。西北地区还有雪害和冰壳害，这些灾害多为局部地区发生，危害面积不大。

（韩湘玲）

小麦亲缘植物 (relatives of wheat)　与小麦有较近亲缘关系的小麦族内各属植物。族内物种为穗状花序，**染色体组**的基数(x)都是7，不同染色体组之间的部分同源染色体都有可能互换，因而可以把这些植物的有益核基因或细胞质基因导入到小麦的细胞核或细胞质中，为小麦品种改良扩大基因库。

已知可与小麦杂交成功的亲缘植物有山羊草属、黑麦属、偃麦草属、披碱草属、簇毛麦属、赖草属、大麦属、旱麦草属和棱轴草属等(见表)。各属亲缘植物

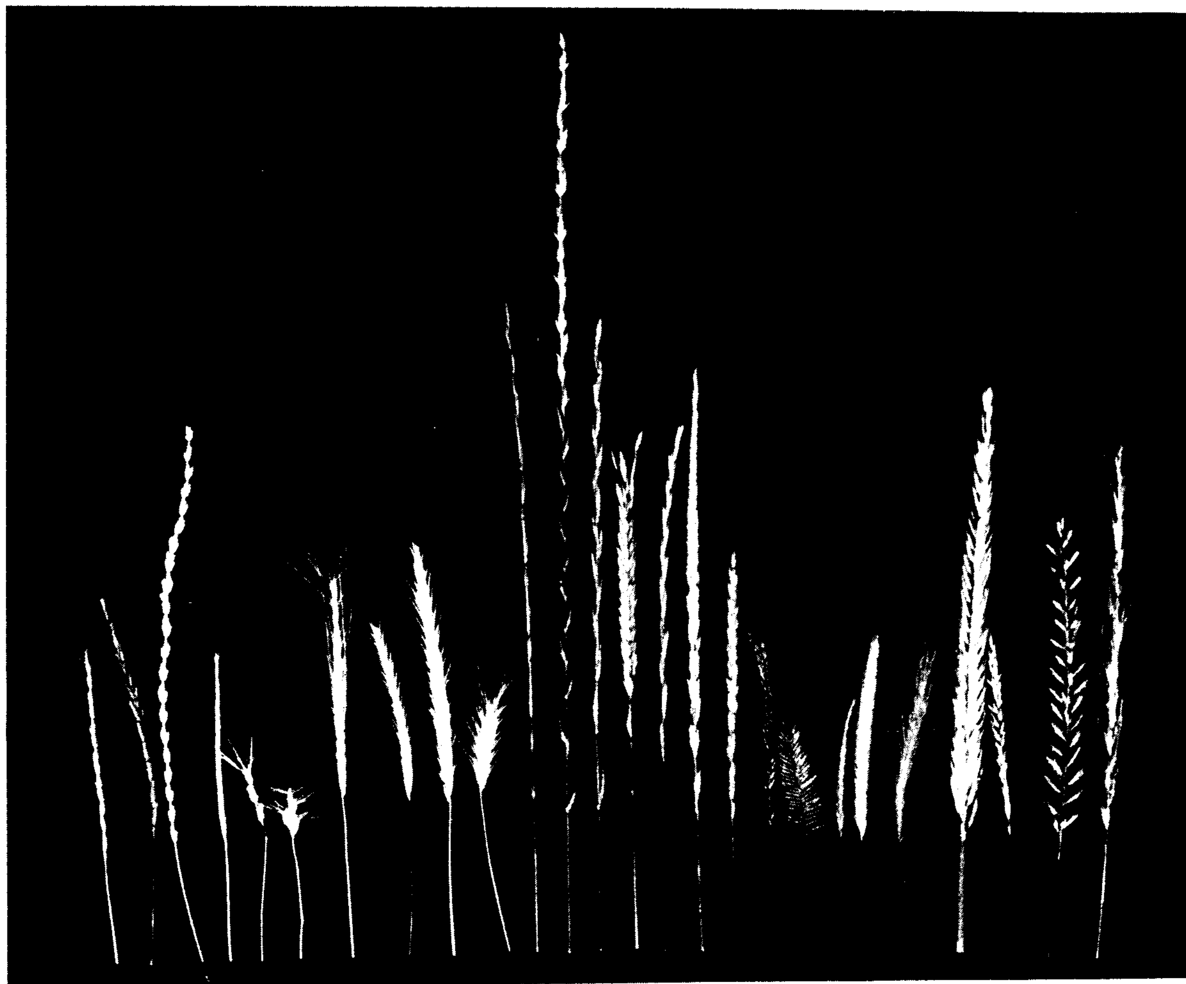
小 麦 主 要 亲 缘 属 植 物

亚族	属名	倍性水平 x = 7	生长习性			传粉方式			与小麦杂交成功	对小麦的有益性状
			多年生	多年生及一年生	一年生	异花	异花或自花	自花		
大麦亚族 Hordeinae	大麦属*Hordeum* L.	2x、4x、6x		∨			∨		∨	耐盐碱，赖氨酸含量高，某些品种含有yd2基因(抗大麦黄矮病)。抽穗、开花所需的临界温度低，可作早源利用，球茎大麦可诱导大麦、小麦产生单倍体
	披碱草属*Elymus* L.	4x、6x	∨			∨			∨	抗旱，耐盐碱，有的抗真菌和细菌病害
	赖草属*Leymus* Hochst.	6x、8x、12x	∨				∨		∨	抗旱，耐盐碱，有的抗真菌和细菌病害。秆粗、穗大、粒多
	新麦草属*Psathyrostachys* Nevski	2x	∨			∨			∨	抗旱，耐瘠
小麦亚族 Triticinae	山羊草属*Aegilops* L.	2x、4x、6x			∨		∨		∨	是小麦核染色体组B、D的供体，具有抗病、抗倒、早熟、高蛋白质含量的特性。与小麦杂交可产生雄性不育系或核质杂种优势
	小麦属*Triticum* L.	2x、4x、6x			∨			∨	∨	具有早熟、高蛋白质、抗锈、耐盐碱、耐旱等特性的种或变种是小麦改良中利用最有成效的种质资源
	黑麦属*Secale* L.	4x		∨		∨			∨	是小麦锈病和白粉病的抗源，与小麦杂交可育成六倍体、八倍体小黑麦或异附加系
	偃麦草属*Elytrigia* Desy.	4x、6x、8x	∨			∨			∨	抗小麦叶锈病、秆锈病和大麦黄矮病
	冰草属*Agropyron* Gaertn.	2x、4x、6x	∨			∨			∨	
	鹅观草属*Roegneria* C. Koch	4x、6x	∨					∨		
	簇毛麦属*Haynaldia* L.	2x、4x		∨		∨			∨	是小麦白粉病的抗源，与小麦杂交可育成异源双二倍体或异附加系
	旱麦草属*Eremophrum* Jaub et Spach	2x、4x			∨			∨		极早熟

中，都有一些与小麦杂交容易获得成功的种，将它们各自特有的优良性状导入了小麦中，在小麦的品种改良中发挥了重要作用(见图)。

小麦族植物中多数的属、种分布在地中海沿岸、中亚到西南亚一带的草原和草甸之中，少数种广泛分布世界各大洲的温带和亚热带地区。山羊草属原产欧亚两洲，以土耳其为中心，广泛分布于外高加索、伊朗、阿富汗、伊拉克、叙利亚等地。黑麦属原产小亚细亚，但大量种植地区是欧洲东部及北美洲，中国西北和西南高寒山区和干旱地区有零星分部。披碱草属和赖草属分布于欧洲中部、北部和亚洲部分地区的沿海、沿河和沿湖的沙地上。簇毛麦属原产地中海沿岸。偃麦草属原产欧洲，主要分布于苏联境内。鹅观草属主要分布在中国。大麦属广泛分布于亚洲、欧洲、非洲和美洲。

小麦族内以山羊草属和小麦的亲缘关系最近，已经证明小麦核染色体组B、D来源于此属植物，而且四倍体和六倍体小麦的细胞质也来源于山羊草。山羊草属所有的种均可与小麦杂交结实，它们的抗病、抗倒、早熟和高蛋白质含量等特性是改良小麦的一个丰富基因库。R.E.西尔斯(Sears)用X射线处理感染叶锈病的中国春小麦与小伞山羊草 *Ae. umbellulata* Zhuk. 杂交种，选出了一个抗叶锈的普通小麦易位系。1968年R.赖利(Riley)报道，通过部分同源染色体配对，将顶芒山羊草 *Ae. comosa* Sibth et Sm.抗条锈的染色体片断导入普通小麦。1972年法国学者用偏凸



小麦育种中的部分亲缘植物(自左至右)　　(颜济供图)

节节麦 *Aegilops tauschii* Cosson
无芒山羊草 *Aegilops mutica* Boiss
簇芒山羊草 *Aegilops comosa* Sibth et Smith
野生一粒小麦 *Triticum monococcum* L. var. *boeoticum* Yan
柯氏野黑麦 *Secale kuprijanovii* Grossh.
长穗偃麦草 *Elytrigia elongata* (Host) Nevski
中间偃麦草 *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski
纤毛鹅观草 *Roegneria ciliaris* (Trin.) Nevski
弗吉尼亚披碱草 *Elymus virginicus* L.
冰草 *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn.
球茎大麦 *Hordeum bulbosum* L.
大赖草 *Leymus racemosus* (Lam.) Tzvel.
美洲猬草 *Hystrix patula* Moench
拟斯卑尔脱山羊草 *Aegilops speltoides* Tausch
尾状山羊草 *Aegilops caudata* L.
小伞山羊草 *Aegilops umbellulata* Zhuk.
山地野黑麦 *Secale montanum* Guss.
簇毛麦 *Haynaldia villosa* Schur.
庞蒂偃麦草 *Elytrigia pontica* (Podp.) Holub.
海滨偃麦草 *Elytrigia littoralio* (Host) Hyl.
唐古特披碱草 *Elymus tangutorum* (Nevski) Hand. -Mazz.
沙漠冰草 *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schull.
布顿大麦 *Hordeum bogdanii* Wilensky
芒麦草 *Hordeum jubatum* L.
华山新麦草 *Psathyrostachys huashanica* Keng
单花草 *Sitanion hystrix* (Nutt.) J. G. Smith

山羊草 *Ae. ventricosa* Tausch与波斯小麦 *Tr. carthlicum* Nevski杂交，得到杂种再与普通小麦回交三次，育成了抗小麦眼斑病的品系VPM系统，它们的抗病基因来自偏凸山羊草。1975年德国学者还把高大山羊草 *Ae. longissima* (Schw et Muschl.)Eig对条锈病和雪霉病的抗性导入到普通小麦。此外，通过小麦对各种山羊草的核置换杂交，发现三芒山羊草 *Ae. triaristate* Willd.、直山羊草 *Ae. recta* Zhuk.、小伞山羊草、欧山羊草 *Ae. biunciahs* Vis.、离果山羊草 *Ae. triuncialis* L.、顶芒山羊草、粗齿山羊草 *Ae. heldreichii*

Holzm.、东方山羊草*Ae. aucheri* Boiss 和粘果山羊草*Ae. kotschyi* Boiss的细胞质可使小麦成为雄性不育系；卵穗山羊草*Ae. ovata* L.和粗山羊草*Ae. tauschii* (Coss)Schmal.的细胞质可使小麦的成熟期显著延迟或提早。

黑麦是获得小麦抗病性的重要的亲本材料。德国学者用普通小麦与黑麦杂交获得了兼抗三锈和白粉病1B/1R易拉系牛朱特(Neuzucht)。此系的著名衍生品种阿芙乐尔、高加索、洛夫林10号和洛夫林13号等是中国70年代以来抗锈、抗白粉病育种的重要抗源。

偃麦草属、冰草属、鹅观草属是小麦锈病、白粉病、条纹花叶病、大麦黄矮病和腥黑穗病的重要抗源。中国学者用普通小麦与十倍体长穗偃麦草 *Elgtrigia elongata* (Host) Nevski 杂交育成的六倍体普通小麦品种小偃4号、小偃6号等表现丰产、抗锈病，已在生产上大面积种植。法国学者用普通小麦品种Vilmorin 27和中间偃麦草*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski杂交选育出6个异附加系(2n＝42＋1″)，其中附加系TAF-2抗秆锈病和大麦黄矮病，它所附加的中间偃麦草染色体与小麦染色体7D部分同源；附加系TAF-1抗叶锈病，它所附加的外源染色体与小麦染色体3A部分同源。中国黑龙江省农业科学院选育出抗叶锈病、秆锈病和大麦黄矮病的小麦－中间偃麦草部分双二倍体中5(2n＝42＋7″)，苏联学者用小麦与中间偃麦草杂交育成了丰产、烘烤品质好的品种小鹅杂种44(ППГ 44)、小鹅杂种71(ППГ 71)。

硬粒小麦与簇毛麦的双二倍体已经育成，它具有簇毛麦抗白粉病，蛋白质含量高的优点，也具有簇毛麦穗轴易断的野生习性。

披碱草属、赖草属和大麦属是与小麦不同亚族的亲缘植物，它们与小麦有性杂交时常常因胚乳早期退化导致幼胚夭亡，而不能获得有生活力的种子。70年代以来，由于杂种幼胚离体培养技术的发展，使获得可证实的杂交种子成为可能。披碱草属和赖草属抗旱、耐盐碱、抗真菌病害，并有秆粗、穗大、粒多的特点，墨西哥玉米小麦改良中心已选育出异附加系。1973年克鲁斯(Kruse)首先获得了可证实的大、小麦杂种，1978～1981年伊斯莱母(Islam)等获得了小麦遗传背景下的6个大麦二体附加系和7个双端体、附加系。1975年巴克利(Barclay)用球茎大麦*Hordeum bulbosum* L.花粉给小麦授粉产生了小麦单倍体，球茎大麦的这种特性已在加拿大成功地应用在大麦**单倍体育种**工作中。 （董玉琛 陈 孝）

小麦施肥 (fertilizer application of wheat) 根据**小麦**在不同**生育期**的需肥特点，对麦田补充土壤中天然供给量不足的营养元素，为获得小麦高产稳产提供营养物质基础的措施。

小麦吸收碳、氢、氧的数量最大，主要来源于空气和土壤水。其余由土壤供给的元素中，氮、磷、钾的消耗量比较大，需要经常通过施肥来补充土壤中贮量的不足，被列为“肥料三要素”；钙、镁、硫、铁和各种微量元素也为小麦生长和产量形成所不可缺少，而且相互之间不能代替，但吸收量少，大多数土壤中的含量可以提供需要，所以只在特定条件下配合施用，一般不作为必需的常用肥料。

小麦的需肥特性有一定的规律。根据不同生态地区、土壤条件、品种类型和栽培水平下的分析结果，平均每生产100千克小麦籽粒，大致上需要从土壤中吸收纯N3.0～3.5千克、$P_2O_5$1.0～1.5千克、K_2O 2.0～4.0千克，在每公顷4 500千克左右的产量水平时三者比例约为3∶1∶3，而当产量提高到每公顷7 500千克左右的水平时，则接近于2.6∶1.0∶3.5。可见，随着产量的提高，对磷、钾的吸收量有明显增加的趋势。

在小麦的一生中，对氮的大量吸收是在分蘖、拔节和开花结实阶段；磷在植株体内积累最快的时期主要是从拔节到籽粒形成阶段；而吸收钾的高峰则出现在开花前后。尽管小麦在生长初期吸收养分的数量不多，对营养元素的不足却极为敏感。中国麦区的小麦施肥经验强调以基肥为主，追肥为辅。对于化学肥料的施用，因氮肥施入土壤后发挥作用较快而肥效持续时间相对较短，一般都在播种前和拔节期分两次施用，每次各占总施肥量的1/2左右，为增加穗数和争取穗大、粒多奠定基础；磷肥由于在土壤中的移动性差，而且肥效比较迟缓，大都在播种前作底肥一次施入；钾在长期施用有机肥的土壤中含量比较丰富，一般相当于氮和磷的5～10倍，所以很多地区忽视施用钾肥，但实际上，有机质贫乏的瘠薄土壤、砂质土壤、中国南方的红壤土和东北的白浆土，以及重施氮、磷肥的高产麦田，土壤中的含钾量往往不能满足小麦生长发育的需要，必须通过施肥补充，在气候干燥的北方，钾肥可以作基肥施用，多雨潮湿的南方则可以分次施用。

根据用同位素肥料示踪研究的结果，小麦一生积累的氮素有70%左右来源于土壤中原有的贮存，只有30%左右来源于施用的速效氮肥。在土壤和有机肥提供的氮素比例大于化学肥料提供的氮素时，施用化肥的增产率比较高。因此许多国家和地区十分重视增加有机肥的数量，提高有机肥的质量。并针对不同条件采用秸秆还田或种植绿肥作物的办法，以增加土壤有机质含量，改良土壤，培肥地力。

在有机物来源不足的情况下，大幅度增加氮、磷化肥的施用量，在一定时期内有显著促进小麦增产的效果。通过粮食和秸秆的增产，一方面为发展畜禽养殖业提供饲料，反过来又为种植业增加优质的有机肥；另一方面，多余的秸秆可以直接还田，丰富土壤有机质。这是中国许多地区以“无机促有机”，改造贫瘠土

壤的成功经验。

为了充分发挥小麦施用化学肥料的增产效果和经济效益，正确掌握以下几个基本原则是必要的：①按照土地肥力等级、土壤养分多少、施肥效果，确定的产量目标，计算出适宜的施肥量和不同元素的合理配比；②氮肥施用后，大部分在当年就被消耗，需要经常补充；磷肥在土壤中容易被固定，肥效迟缓，当年利用率低，但能在土壤中积累，所以贫瘠的土壤开始施用磷肥时应加大施用量，以后可适当减少，肥沃的土壤则不必连年大量施磷；钾肥只有在缺钾的土壤或大量施用氮、磷的情况下才有良好的效果；③在小麦生长发育关键时期能够提供充足有效水分（灌溉或降雨）的条件下，施用化肥的增产作用明显大于干旱条件，因此水地化肥施用量可多于旱地；④粗质砂性土壤与中等质地的壤土和细质的粘土相比，养分亏缺的可能性大，保肥能力也差，要求较多的施肥量并采取分次施肥的方法，避免因一次大量集中施肥而使养分流失；⑤前茬作物生育期长、消耗养分多、土壤休闲时间短的情况下，小麦对养分不足的反应极为敏感，应注意增加施肥量以满足增产的需要；⑥在温度偏低、日照不足的气候条件下，小麦的生育进程延缓，充足的氮素供应可以延长营养生长的持续时间，但对生殖生长不利，因此需要适当控制氮肥而相对的增加磷、钾肥的施肥量。

小麦施肥除氮、磷、钾三要素外，还应根据不同的土壤正确掌握其它营养元素和微量元素的施用。在中国南方的酸性红壤土中，施用石灰等钙化合物进行中和，可以起到改良土壤、促进小麦增产的作用；但大量施用石灰可使土壤中的有机质过多消耗，导致地力下降。应根据土壤的酸性强度确定适当的用量，并且一般施用一次石灰后，对土壤酸性的中和作用可维持3～5年，不必连年施用。此外，在碱性土地上因缺钙而使小麦生长受害，施用石膏可以消除土壤的碱性反应，并使钙的供应得到补充。

微量元素也是小麦生长所必需的营养，南方的红壤容易缺硼、缺钼，北方黄土性母质发育成的各类土壤也多缺钼；砂质土壤和石灰性土壤往往缺锰或缺锌；pH值高、有机质含量丰富以及大量施磷的土壤中锌的有效性一般都明显降低。根据情况，适当补充相应的微量元素，对小麦生长发育是有利的。微量元素施用不当，对小麦的产量、品质都有不利影响，同时会污染土壤环境。因此在施用时必须确切诊断土壤中微量元素的含量，掌握适量、适时和正确的施用方法。

（诸德辉）

小麦收获 (harvesting wheat)　把成熟的小麦籽粒从田间收回，直到进仓贮藏的过程，包括收割、脱粒、清粮、干燥、贮藏等环节。根据小麦成熟程度、品种特性、生产条件、当地农事安排的天气特点等来确定适宜的收获时间，采取适当的收获方法。

小麦成熟程度是决定收获期的主要依据。熟期分为乳熟期、蜡熟期和完熟期。乳熟、蜡熟期又分为初、中、末三个阶段，根据植株和籽粒的色泽、含水量等来确定。乳熟期的茎叶由绿逐渐变黄绿，籽粒有乳汁状内含物。乳熟末期籽粒的体积与鲜重都达到最大值，粒色转淡黄、腹沟呈绿色，籽粒含水率约45～50%，茎秆含水率65～75%。蜡熟期籽粒的内含物呈蜡状，硬度随熟期进程由软变硬。蜡熟初期叶片黄而未干，籽粒呈浅黄色，腹沟褪绿，粒内无浆，籽粒含水量30～35%，茎秆含水量40～60%。蜡熟中期下部叶片干黄，茎秆有弹性，籽粒转黄色，饱满而湿润，种子含水量25～30%，茎秆含水量35～55%。蜡熟末期，全株变黄，茎秆仍有弹性，籽粒黄色稍硬，含水量20～25%，茎秆含水量30～50%。完熟期叶片枯黄，籽粒变硬，呈品种本色，含水量在20%以下，茎秆含水量20～30%。

最适宜的收获阶段是蜡熟末期到完熟期。适期收获产量高、质量好、发芽率高。但是种植小麦面积大时，不可能全部在最适期收完，必须适当早收，这样可使大部分小麦在适期内收获。过早收获，籽粒不饱满，产量低，品质差。收获过晚，籽粒因呼吸及雨水淋溶作用使蛋白质含量降低，碳水化合物减少，千粒重、容重、出粉率降低，在田间易落粒，遇雨易穗上发芽，有些品种还易折秆、掉穗。人工收割和机械分段收获宜在蜡熟中期到末期进行；使用联合收获机直接收获时，宜在蜡熟末至完熟期进行。留种用的麦田在完熟期收获。若由于雨季迫近，或急需抢种下茬作物，或品种易落粒、折秆、折穗、穗发芽等原因，则应适当提前收获。

中国小麦收获期由南向北逐渐推迟：华南冬麦区收获期在3月中旬至5月上旬；西南冬麦区在4月底至6月上旬；长江中下游冬麦区在5月中旬至6月上旬；黄淮冬麦区在5月底至6月中旬；北部冬麦区在6月中旬至6月下旬；东北春麦区在7月中旬至8月中旬；北方春麦区在7月上中旬，部分地区迟至8月；西北春麦区在7月中旬至8月中旬前后；新疆冬春麦区的冬小麦在6月底至7月初，北疆春小麦在8月上旬，南疆春小麦在7月中旬；青藏高原的成熟期一般迟到8月下旬至9月中旬。

收获方法分为分别收获法、分段收获法、直接联合收获法。分别收获法是用人力、畜力或机具分别进行割倒、捆禾、集堆、运输、脱粒、清选等各项作业；此法可根据各自生产条件灵活运用，投资也较少，但功效低，进度慢，且一般损失较大。分段收获法是利用在蜡熟中期至末期割倒的小麦茎秆仍能向籽粒输送养分的道理，把收割、脱粒分两个阶段进行。第一阶段用割晒机或经改装的联合收获机将小麦植株割倒铺

放成带状，进行晾晒，使其后熟；第二阶段用装有拾禾器的联合收获机进行脱粒、初步清选。分段收获的优点是，能比直接联合收获提早5～7天开始；能提高作业效率与机械利用率，加快收获进度；能提高千粒重、品质和发芽率；可减少落粒、掉穗及破碎率等损失；减少晒场及烘干机作业量；便于提前翻地整地；减少草籽落地。分段收获不但产量较高，质量好，而且成本低。分段收获的技术要求，除应注意割倒的适期外，还需掌握割茬高度16～22厘米，放铺宽度1.2～1.5米，麦铺厚度6～15厘米，放铺角度10°～20°，割后晾干2～5天内及时拾禾脱粒等。

直接联合收获法是用联合收获机在田间一次完成割刈、脱粒、初清。此法也具有作业效率高、损失少、收割质量好的优点。直接联合收获的技术要求，割茬高度适宜，籽粒总损失率及破碎率低，清洁率高，作业进度快。为了更好地适应农业技术要求，谷物联合收获机的发展趋势是大马力自走式，增大割刀行程和转速，加大滚筒直径及宽度，增加逐秆分离面积，改进清选装置，对割台高度、喂入量、转速等进行自动控制和监视；有的收获机还装有麦秆切割、撒施设备，利于秸秆还田。

清粮和干燥是在脱粒后迅速把籽粒的夹杂物清除干净，降低籽粒含水量。小麦籽粒贮存的安全水分标准为14%以下，在此范围内，高温多湿地区水分要低，大气干燥、气温较低地区水分可稍高；长期储存要低，短期储存可稍高；种用要低，粮用可稍高。中国传统清粮用手簸风扬，现在大的生产单位已采用扬场机或大型清粮机。干燥的方法有自然干燥与人工干燥两种。中国自古采用日晒干燥，现在还是主要的干燥方法，但已发展到有能容纳数百吨小麦的大型机械化晒麦场。人工干燥是根据谷物平衡水分原理，将具有适当温度、相对湿度低的空气通过粮层或散落流动的籽粒，带走籽粒中的水分，以降低含水量，往复循环数次，使达到要求的标准。现已制造出大、中、小不同型号的干燥机在推广使用。太阳能、远红外线干燥机等也在试制和试用。

进仓贮藏是小麦收获最后的一个重要环节。主要任务是尽量保持原有品质，麦种还要保持高发芽率，防止不应有的损失。贮藏时必须控制籽粒水分与温度，做到防霉、防虫、防鼠、防雀、防火；种子还要防混杂。

（梁甲农）

小麦属分类 (classification of *Triticum* species)　小麦属内种和亚种的划分系统。C．林奈(Linne)最早于1737年出版的《植物的属》(Genera Plantarum) 一书中对小麦属加以描述，定名为*Triticum* L.。但多年来，小麦属应包括哪些植物，一直是有争论的。

在植物分类中，常把相近的属归并为一个族Tribe。1823年B.C.杜莫提尔 (Dumortier) 提出小麦族 Triticeae Dum. 的名称。1881年C．本赞姆 (Bentham) 又把这族植物称为大麦族 Hordeaceae Benth.。按《国际命名法规》小麦族的名称提出在前，称小麦族为合法。小麦族内包括两个亚族：小麦亚族Triticinae 和大麦亚族 Hordeinae。在小麦亚族中，除小麦属外还包括山羊草属 *Aegilops*、鹅观草属 *Roegneria*、偃麦草属 *Elytrigia*、冰草属 *Agropyron*、簇毛麦属 *Haynaldia*、黑麦属 *Secale* 和旱麦草属 *Eremopyrum*。历史上曾有人将上述诸属的一些种划入小麦属。迄今除山羊草属外，其他属与小麦属的界限已基本清楚。

早在1700年R．L．德斯冯坦斯(Desfontaines) 就指出山羊草是一个独立的属。林奈（1753年）也把山羊草作为独立的属对待。但以后200多年来，经常有学者提出把山羊草并入小麦属中的主张。至20世纪50年代末，细胞遗传学的研究表明，四倍体小麦和六倍体小麦各有一个和两个染色体组来自山羊草，因而国际上又出现了把山羊草属与小麦属合并的舆论。加拿大植物学家W. M. 鲍登（Bowden, 1959）首先推崇这种观点，随后这种主张又受到美国小麦细胞遗传学家R．莫里斯 (Morris) 和E．R．西尔斯 (Sears, 1967) 等支持。另有一些学者，如M．S．钱奈维瑞阿赫 (Chennaveeraiah, 1960) 主张只把与小麦起源有关的山羊草属*Sitopsis* 组中的种纳入小麦属。但许多学者持相反意见，如苏联的H. H. 茨维列夫 (Чвелев) 及B．Ф．道罗费耶夫 (Порофеев) 等，日本的木原均及其学派，以及M．古克古尔 (Gŏkgŏl)、F．康尼克 (Kornicke)、A．洛夫 (Lŏve) 和D．洛夫(Lŏve)、R．曼斯费尔德(Mansfeld)、E．什曼 (Schiemann.) 等反对把山羊草属并入小麦属。由于染色体组亲缘关系研究已察明A组染色体是小麦属的基本染色体组，只有具A组染色体的物种才能列入小麦属。这种观点使小麦属有了明确的界限。

100 多年来，小麦属内如何划分种也始终存有争论。最早有些学者主张按籽粒带皮（稃）或裸粒分种。以后研究发现，同是带皮小麦的种，有的相互杂交结实率不高，杂种后代部分不育，如二粒小麦与斯卑尔脱小麦杂交便是如此；而有些带皮小麦与裸粒小麦很容易杂交，后代结实很好，如斯卑尔脱小麦与普通小麦杂交即是。因此，按籽粒带皮与否作为基本分类的依据不够科学。1913年德国的A．舒尔茨 (Schulz) 提出按染色体数目分类的见解。他把小麦分为 3 大系：①一粒系，具14条染色体；②二粒系，具28条染色体；③普通系，具42条染色体。每系中又按其进化程度分为野生种、带皮栽培种和裸粒栽培种。1924年日本的木原均通过对小麦各个种染色体数目的研究支持这种论点。这种分类法在很长时间内被小麦研究者所采用。随着细胞遗传学的进一步发展，J．麦基(Mac Key, 1966,

1968)等提出按染色体组分类的观点。他们主张染色体组完全相同的植物属于同一个种，染色体组不同的植物属于不同物种。据此，麦基将小麦属分为 6 个种、15 个亚种和 4 个栽培品种群(见表1)。

表 1 麦基的小麦属分类系统

染色体倍性	种	亚 种	中文名称
二 倍 体	*T. urartu* Thum. *T. monococoum*(L.) MK.	 *boeoticum*(Boiss.) MK *monococcum*	乌拉尔图小麦 一粒小麦 野生一粒亚种 栽培一粒亚种
四 倍 体	*T. turgidum* (L.) Thell *T. timopheevi* (Zhuk.) MK.	 *dicoccoides*(Kǒrn.) Thell *dicoccum*(Schrank) Thell *paleocolchicum*(Men.) MK. *carthlicum* (Nevski) MK. *turgidum* * *araraticum* (Jakubz) MK. *timopheevi*	圆锥小麦 野生二粒亚种 栽培二粒亚种 科尔希二粒亚种 波斯亚种 圆锥亚种 提莫菲维小麦 阿拉拉特亚种 提莫菲维亚种
六 倍 体	*T. zhukovskyi* Men. et Er. *T. aestivum* (L.) Thell	 *spelta*(L.) Thell *macha*(Dek. et Men) MK. *sphaerococoum* (Perc.) *compactum* (Host) MK. *vulgare* (Vill.) MK. *vavilovi* (Thum.) Sears	茹科夫斯基小麦 普通小麦 斯卑尔脱亚种 马卡亚种 印度圆粒亚种 密穗亚种 普通亚种 瓦维洛夫亚种

* *turgidum*亚种内有 *turgidum*(圆锥)、*polonicum* (L.) MK.(波兰)、*durum* (Desf.) MK.(硬粒)、*turanicum* (Jakubz.) MK.(东方)四个栽培品种群。

1967年莫里斯和西尔斯以及鲍登等提出的小麦分类系统，如把山羊草的种除外，基本与此相同；1981年R.P.克罗斯顿(Groston)和J.T.威廉斯(Williams)介绍的国际植物遗传资源委员会所采用的分类方法，除在圆锥小麦亚种中增加埃塞俄比亚(*aethiopicum* Jakubz.)品种群外，其余也与麦基的分类系统相同，埃塞俄比亚小麦与硬粒小麦很相似，一般分类中用得很少。对麦基的分类系统也有一些学者认为其中种的范围太大，层次多，不便应用。1979年苏联学者道罗费耶夫等主张尽管只有一个基因不同，只要它是进化上的主要基因，就应划为两个种。如斯卑尔脱小麦与普通小麦，虽然染色体组相同，但经济性状的发展相差很大，前者穗轴受压后易断，籽粒带皮，难脱粒，而后者穗轴坚韧不断易脱粒，反映二者在进化上有质的差异。道罗费耶夫等在研究了大量世界小麦资源的基础上指出，二倍体种乌拉尔图小麦和一粒小麦携带的A染色体组互不相同，前者为A^u，后者为A^b，并据此将小麦属分为两个亚属：凡携带A^u染色体组的种均为*Triticum*亚属；凡携带A^b染色体组的种均为*Boeoticum*亚属(见表2)。

表 2 道罗费耶夫的小麦属分类系统

亚 属	系	类型	2n	染色体组	种 名	中文名称
Triticum	Urartu 乌拉尔图系	野生 带皮	14	A^u	*T. urartu* Thum. ex Gandil.	乌拉尔图小麦
	Dicoccoides	野生 带皮	28	A^uB	*T. dicoccoides* (Körn. ex Aschers. et Graebn.) Schweinf.	野生二粒小麦
	二粒系	带皮	28 28 28	A^uB A^uB A^uB	*T. dicoccum* (Schrank) Schuebl. *T. karamyschevii* Nevski *T. ispahanicum* Heslot	栽培二粒小麦 科尔希二粒小麦 伊斯帕汗二粒小麦
		裸粒	28 28 28 28 28 28	A^uB A^uB A^uB A^uB A^uB A^uB	*T. turgidum* L. *T. durum* Desf. *T. turanicum* Jakubz. *T. polonicum* L. *T. aethiopicum* Jakubz. *T. persicum* Vav. (*T. carthlicum* Nevski)	圆锥小麦 硬粒小麦 东方小麦 波兰小麦 埃塞俄比亚小麦 波斯小麦

（续）

亚　属	系	类型	2n	染色体组	种　　名	中文名称
Triticum	*Triticum* 普通系	带皮	42 42 42	A^uBD A^uD A^uBD	*T. macha* Dakapr. et Menabde *T. spelta* L. *T. vavilovii* (Thum.) Jakubz.	马卡小麦 斯卑尔脱小麦 瓦维洛夫小麦
		裸粒	42 42 42 42	A^uBD A^uBD A^uBD A^uBD	*T. compactum* Host *T. aestivum* L. *T. sphaerococcum* Perciv. *T. petropavlovskyi* Udacz. et Migusch.	密穗小麦 普通小麦 印度圆粒小麦 新疆小麦
Boeoticum Migusch.et Dorof.	Monococcum 一粒系	野生带皮	14	A^b	*T. boeoticum* Boiss.	野生一粒小麦
		带皮	14	A^b	*T. monococcum* L.	栽培一粒小麦
		裸粒	14	A^b	*T. sinskajae* A. Filat et Kurk.	辛斯卡娅小麦
	Timopheevii 提莫菲维系	野生带皮	28	A^bG	*T. araraticum* Jakubz.	阿拉拉特小麦
		带皮	28 42	A^bG A^bA^bG	*T. timopheevii* (Zhuk.) Zhuk *T. zhukovskyi* Menabde et Ericzjan	提莫菲维小麦 茹科夫斯基小麦
		裸粒	28	A^bG	*T. militinae* Zhuk. et Migusch.	密利提奈小麦

总结各种分类系统可以看出，小麦属内有A、B、D、G四种染色体组。二倍体皆具A**染色体组**。但A染色体组已有所分化。乌拉尔图小麦携带的A^u与抗病性较差、蛋白质含量较低相联系；一粒小麦携带的A^b与抗病较强、蛋白质含量较高相联系。栽培一粒小麦的染色体组与野生一粒小麦相同，它们的特性基本相似，唯野生一粒小麦成熟时小穗自然断落；栽培一粒小麦穗轴受压力时才断落，并较易脱粒。辛斯卡娅小麦与栽培一粒小麦的差别仅在于前者是裸粒，为后者的天然突变体。

四倍体种，有A B染色体组和A G染色体组两大类，具A B染色体组的种是由乌拉尔图小麦与拟斯卑尔脱（或其他）山羊草经天然杂交和染色体加倍而来，它包括野生种、原始种和栽培种三类。野生种为野生二粒小麦，成熟时穗轴自然断落，颖壳（稃）紧包籽粒，难脱粒。原始种有栽培二粒小麦、科尔希二粒小麦和伊斯帕汗二粒小麦，其穗轴在成熟时受压力可折断，籽粒带皮，较难脱粒。栽培种有圆锥小麦、硬粒小麦、东方小麦、波兰小麦、埃塞俄比亚小麦和波斯小麦，它们的穗轴不断，裸粒，易脱粒。四倍体中具A G染色体组的种，是由野生一粒小麦和拟斯卑尔脱（或其他）山羊草经天然杂交和染色体加倍而来，有野生种和原始种两类。其野生种为阿拉拉特小麦，原始种为提莫菲维小麦。密利提奈小麦为裸粒，是提莫菲维小麦的天然突变体。

六倍体种，在自然界中存在A B D和A A G染色体组两大类。具A B D染色体组的种是由具A B染色体组的四倍体种与粗山羊草 *Ae. tauschii* (Coss.) Schmal经天然杂交和染色体加倍而来。这一类群中尚未发现易断穗和难脱粒的野生种，只有易断穗和易脱粒的西藏半野生小麦（*T. aestivum* ssp. *tibeticum* Shao），以及原始种和栽培种。其原始种有马卡小麦、斯卑尔脱小麦、**瓦维洛夫**小麦和云南小麦（*T. aestivum* ssp. *yunnanense* King）。栽培种有普通小麦、密穗小麦、印度圆粒小麦和新疆小麦（*T. petroperlovskyi* Udacz. et Migusch.）。具A A G染色体组的六倍体种茹科夫斯基小麦是由提莫菲维小麦与栽培一粒小麦经天然杂交和染色体加倍而来，为一原始种。带有A G D染色体组的木原均小麦是用提莫菲维小麦与粗山羊草人工杂交后进行染色体加倍的合成种，按理说不应该包括在道罗费耶夫的分类系统中。　　（董玉琛）

小麦穗发芽　　见小麦种子后熟。

小麦显性核不育 (dominant genic male sterility in wheat)　受显性单基因控制的小麦雄性核不育现象。已知在小麦的4A、4B、4D、5A、5B和5D染色体上存在有控制雄性育性的基因位点，每个位点的**突变**或缺失都可能引起雄性不育。在众多的小麦核不育材料中，绝大多数受控于隐性基因，受控于显性基因的只是极少数。迄今，在小麦上已得到两例显性核不育突变。一是1972年在中国山西太谷县发现的天然突变体——太谷核不育小麦。另一例是1976年美国利用甲基磺酸乙酯(EMS)处理属间杂交种得到的人工突变体FS-6。太谷核不育小麦的显性核不育基因位于4D染色体短臂上，距离着丝粒大约31.2个交换单位，而FS-6的显性核不育基因位于5A染色体短臂上，距离着丝粒3.1个交换单位。

太谷核不育小麦的花药黄白色，呈小箭头状，花粉母细胞早期衰退，减数分裂不正常，少数能发育到

四分体期的小孢子刚被释放就急剧而彻底的解体，最后药室空空，是典型的"无花粉型"雄性不育。这个核不育材料是普通小麦细胞质，雌蕊发育正常，开花时柱头外露，异交结实率高。FS-6是粗山羊草细胞质，花药较大，雄性败育不十分彻底，异交结实率也较低，在应用价值上，中国的太谷核不育小麦远大于FS-6。

小麦显性核不育材料只有接受异株正常可育花粉才能够结实，所以显性不育基因总是处于杂合状态，其后代也总是有一半携带显性不育基因的不育株和一半不携带显性不育基因的可育株。所以，不可能通过"三系"配套生产杂交小麦。若能选育出一种与不育基因连锁的附加在种子上的显性标记性状，就可使这种显性不育材料得到更广泛、更有效地应用。显性核不育小麦的不育株像个基因接收器，把外来基因接收进去并进行重组，重组后的基因通过后代分离出的可育株自交而纯合稳定。下个世代分离出的不育株可继续接受外来基因，循环往复，以至无穷。小麦显性核不育材料的这种遗传特点，在一般杂交育种（特别是复合杂交、聚合杂交）、轮回选择和麦类远缘杂交工作中是很有用的，可以大大缩减杂交工作量，省去繁杂的去雄工作，并避免假杂种的产生。但是在加倍的远缘杂种后代中，携带不育基因的植株仍然是不育的。

（吴兆苏　刘秉华）

小麦叶龄促控法　(wheat field management aceeding to leaf age index)　根据**小麦器官建成**的同伸规律，用叶龄作为鉴定小麦生长发育进程的外部形态指标，以不同叶龄时期肥水效应为依据进行促控管理的方法。

小麦在生长发育过程中逐步建成各部分器官，同时在生物学特性和形态学特征上出现一系列相应的变化，根据这些变化，小麦的一生可划分为具有不同特点的几个主要生育阶段，各个生育阶段又包含着相应的不同生育期。准确判断生育阶段和生育期，掌握小麦生长发育进程及其不同时期生育特点，是采取合理促控措施，实现小麦高产的重要依据。由于小麦植株各部分器官是按照同伸规律有顺序地依次建成，相互之间保持着密切的对应关系，通过"**叶龄**"（指小麦主茎上已经出现的叶片数）这个外部形态特征，可以了解整个植株内部器官的发育和穗分化进程，这是判断小麦生长发育进程的重要指标。

冬小麦和**春小麦**一生中建成的总叶片数有显著差异，并且从**穗分化**的开始到二棱期与叶龄的对应关系也不完全是同步的。所以，叶龄指标的应用有一定的局限性，不能作为小麦普遍通用的固定指标。然而各类型小麦品种有一个共性，即在通常情况下，主茎上具有五个伸长节间和四片茎生叶；当第一片茎生叶出现时，基部第一个节间开始伸长，新生**分蘖**停止形成，穗分化达到二棱末期，小花分化随即开始。这时，主茎内部还剩三个叶片没有生长和建成，叶龄余数等于3。如用倒数法推算叶龄，则第一片茎生叶是倒4叶（其余可以类推）。这是各类型小麦品种生长发育的基本规律，不受地区、类型、品种改变的影响。而且从第一片茎生叶出现后，穗分化进程与叶龄的对应关系就趋向完全同步。因此，"叶龄余数"或"倒数叶龄"就成为不同条件下的小麦都可以通用的指标（见表1）。

表 1　叶龄指标与器官生长和穗分化的对应关系

生育期		苗期			起身期（拔节始期）	拔节期			挑旗期	抽穗期
穗分化期		伸长	单棱	二棱	二棱末期至护颖分化	小花分化	雌雄蕊原基分化	药隔期	四分子期	花粉粒形成
叶龄指标	叶龄余数	6～5.9	5.8～5	4.8～4	3.8～3	3.5～2.8	2.2～1.5	1.5～0.8	0	
	主茎露尖叶位	n～6	n～5	n～4	n～3	n～2	n～1	n	n展开	
	春生叶龄	越冬心叶伸长	春生一叶露尖前后	春生二叶露尖前后	春生三叶露尖前后	春生四叶露尖前后	春生五叶露尖前后	旗叶露尖前后	旗叶展开	
伸长节间					1	2	3	4	5（穗下节）	

注：叶龄余数：顶叶展开时，还余多少叶片未出现。n：代表主茎总叶片数。

小麦的**器官建成**一般经历以下五个阶段，呈"S"型生长曲线（见图1）。同类器官按顺序逐个间隔一个阶段依次生长，如：n叶生长定型时，n＋1叶已经露尖，n＋2叶正加速生长，n＋3叶也开始生长，其余叶片则仍处于原基状态等待生长。同一节位上的不同器官则按叶片最先、叶鞘其次、节间最后的程序，各间隔一个阶段依次生长，如：n叶与n－1叶鞘和n－2叶片所着生的节间为同伸器官。

当器官生长处于阶段1（即开始生长阶段）时，对肥水条件的反应最敏感，措施效应最显著；其次为处

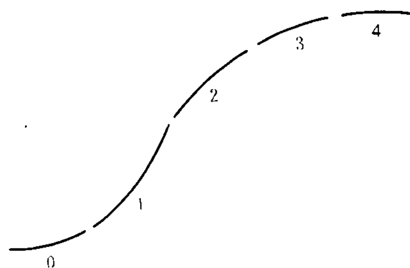


图 1 “S”型生长曲线的五个阶段示意
0. 待生长阶段(原基)；1. 开始生长阶段；2. 加速生长阶段；3. 显著生长阶段(叶片露尖)；4. 生长定型阶段

于阶段 2 和阶段 0 的器官。如：n叶露尖时施肥灌水，处于阶段 1 的器官n＋2叶片、n＋1叶鞘和n叶所着生的节间正在开始生长。因此，肥水条件对这些器官的促进作用最大。与之上下相邻的相应器官受到的促进效应次之。同时，与上述器官相对应的穗分化阶段和其它生育进程也受到促进。按照小麦器官生长间的同伸规律以及叶龄与穗分化阶段和分蘖消长动态之间的对应关系，春季不同叶龄时期施肥灌水的综合效应如表2。

表 2 小麦春季不同叶龄时期施肥灌水的综合反应

施肥灌水时期	对肥水条件反应敏感的部位					
	叶 位	节间位	茎数	穗数	粒数	粒重
春生一叶露尖	n-4-3*-2		增蘖	增穗		
春生二叶露尖	n-3-2*-1	1	增蘖	增穗*		
春生三叶露尖	n-2-1*n	1、2*		增穗*		
春生四叶露尖	n-1、n*	1、2、3*		增穗	增粒	
春生五叶露尖	n	2、3、4*			增粒*	增重
旗叶露尖		3、4、5*		增粒	增重*	
旗叶展开		4、5*			增粒	增重*

* 促进效应最显著的器官。

不同叶龄时期施肥灌水可以形成不同的株形和群体动态结构，并影响产量构成。如：叶龄余数为5～4时施肥灌水，分蘖增多、分蘖向两极分化的进程延缓、中部叶片增大、起身拔节期叶面积指数上升快；叶龄余数为3～2时施肥灌水，分蘖成穗率提高、上部叶片增大、基部节间加长、植株最高；叶龄余数为1～0时施肥灌水，全株叶片较小、上部节间较长、穗数较少、小花结实率和粒重提高(见图2)。



图 2 不同叶龄期施肥灌水对小麦株形影响示意

以同伸规律和器官生长相互关系为理论基础、不同叶龄时期肥水条件的综合效应为依据，针对不同麦田的生育情况和栽培条件，应用小麦叶龄促控法，可以掌握有利时机采取相应的促控管理方法，有预见地协调各部分器官的生长，控制株形、调节群体动态和产量结构，充分发挥肥水条件和栽培技术措施的增产效应。
(诸德辉)

小麦早熟育种 (breeding wheat for early maturity) 以早熟性为主要目标的**小麦**品种改良工作。小麦早熟在农业生产中有重要意义。首先，有利于躲灾避病。小麦生育后期易发生锈病、赤霉病以及易受干热风等的危害，在高寒无霜期短的地区还易受早霜的袭击。采用早熟**品种**可相对避过病害及不利气候条件的影响而保持稳产。其次，有利于提高复种指数。小麦是最主要的夏熟作物，在**多熟制**地区，利用早熟品种可以缓和季节矛盾。特别是中国长江中下游地区，对小麦早熟品种的要求尤为突出。在小麦与**棉花**或其他粮食作物**套种**地区，小麦熟期提早，可以缩短共生期，有利后作苗期生长。此外，用早熟小麦品种搭配种植，便于调节劳力和机具，减少落粒损失。

生育阶段与早熟性 小麦的**生育期**是出苗、**分蘖**、**拔节**、**抽穗**、开花、**成熟**等各生育阶段的总和。一般把出苗至拔节称作前期，拔节到抽穗为中期，抽穗到成熟为后期。全生育期相同的品种，各**生育阶段**长度不一定相同。荆州矮早熟21和浙麦1号在中国江苏省镇江地区全生育期均为202天，但其前期分别为102天和121天，中后期分别为100天和81天。研究证明小麦前期的长短与春化和光周期反应密切相关。凡春性强、光照反应迟钝的品种前期较短，反之则长。对中期长度的主要影响因素还缺乏研究。后期的长短决定于花粉发育、籽粒形成和**灌浆**脱水的速度。不同品种小麦花粉的发育速度和对低温的反应存在显著差异。一般花粉发育期的最低临界温度约为10～14℃，所需积温总数在130～230℃之间（四分子体时期到花粉成熟）；临界温度低、所需积温总数少的类型开花早。反之，开花迟。日照和空气湿度对以上生育阶段也有较大影响。

小麦的早熟性虽为各地区共同的育种目标。但不同地区由于熟制、**轮作**制度、生态条件等的不同，对早熟性的要求有程度上的差别，达到早熟的途径也各异。中国华南冬麦区小麦品种均为春性，光照反应迟钝，故缩短前期的潜力较小，应缩短中后期，尤应加

速后期的灌浆速度。长江中下游冬麦区的品种以春性为主，春季升温快而不稳，可适当加快前期，着重加速中后期的发育。黄淮和北部冬麦区，品种属冬性或弱冬性，光照反应敏感或中等，可适当减弱光敏感性以加快前期；由于中期气候条件好，且品种间中期长度差异大，应主要缩短中期；后期因升温快，灌浆时间短，故潜力不大。春麦区无霜期短，或土地贫瘠，或春季干旱，原有品种为春性，对品种的光敏性不宜过分削弱，以有利于根系和幼穗的生长、发育，重点应缩短后期。

早熟性遗传　对小麦早熟性的遗传研究多以抽穗期作指标，杂种第一代的抽穗期多数介于双亲之间而略偏早，在双亲抽穗期差异小时，易出现超早亲现象，杂种二代的抽穗期呈连续性变异。研究表明，影响小麦早熟性的主要因素为春化和光周期反应。控制春、冬性的主效基因为V_{rn1}～V_{rn4}，春性为显性，一般春性类型比冬性类型穗分化开始早，叶片数少。光周期反应决定于P_{pd1}、P_{pd2}两个基因。当两个位点上均有显性基因或P_{pd1}为显性时表现早熟，仅在P_{pd2}位点上有显性基因时晚熟，双隐性时极晚熟；两个基因位点上还存在三个复等位基因。研究还表明，小麦的21对染色体上都有决定熟期的基因，许多早熟基因与春化、光周期反应无关。

育种方法　小麦早熟育种可采用以下几种方法。

选择早熟天然突变株　在小麦的天然突变群体中，也伴有早熟突变株的出现，不失时机的选择早熟突变株，进而培育出早熟品种，是简便而有效的方法。中国江苏省扬州地区农业科学研究所从扬麦1号中选出扬麦2号，提早成熟5天左右；内蒙古农业科学研究所从小红芒麦中选出265等两个品系，不仅早熟8～10天，丰产性亦有提高。美国的育种工作者从黑壳麦(Blackhull)中选出早熟黑壳(Early Blackhull)，又从早熟黑壳中选出极早熟黑壳(Extra Early Blackhull)，两次选择分别提早抽穗14天和13天。

有性杂交　这是选育早熟品种的主要方法。亲本选配应考虑：①双亲的春化和光照阶段能互补。中国在南京地区用弱冬性、光照反应迟钝的江东门与春性、光照反应敏感的如罗杂交，育成春性、光照反应迟钝的特早熟品种南大早熟1号。北方冬麦区以半冬性、光照反应迟钝的碧玛4号与强冬性、光反应中等的早洋麦杂交，育成了早熟的北京8号。②两亲本的生态型差异要大。这类组合由于杂种的遗传组成复杂，特别是含有早熟小麦的血缘时，通过早熟基因的积累和重组，可以出现超早亲的后代。冬、春性类型杂交为许多国家广泛采用并取得成效。中国小麦品种科春14就是用春小麦欧柔与冬小麦北京8号杂交育成，而且这两个品种的地理起源较远。③利用原产于低纬度，高海拔，在较低温度下完成花粉发育及后期灌浆快的类型作亲本，可减少生育中、后期的天数。此外，对杂种后代进行早中选早和阶梯杂交可以逐步提早成熟期。在对杂种后代选择时，以抽穗期、开花期和生理成熟期相结合的选择方法效果较好。

用中晚熟材料进行理化诱变以及采用远缘杂交，对选育小麦早熟品种也有一定效果。如中国在小麦与黑麦的远缘杂交高世代中，曾选育出特早熟的荆州矮早熟21品种。

中国各地农业生态条件多样，耕作制度复杂，历来重视小麦早熟性的利用。因此，中国小麦品种的早熟性，在世界小麦中是突出的。有些早熟材料不仅在中国，而且在其他国家的小麦育种中起到一定作用。著名的早熟源有江东门、临浦早等地方品种；近代育成的早熟品种冬麦区有北京8号、福麦7号、南大早熟1号、荆州矮早熟21、内乡36等；春麦区有辽春1号、京红1号等。这些品种在中国的早熟育种或小麦生产中发挥了重要的作用。如江东门的后代衍生品种达50个之多，北京8号最大推广面积曾达114万公顷，衍生品种亦有33个。　（黄志仁）

小麦制粉（wheat milling）　小麦经清理、水分调节、研磨和筛理工艺等制成面粉的生产过程。小麦粉可制成各种食品。制粉中得到的副产品如麸皮、胚芽等具有多种用途。

历史　中国早在5000年前的仰韶文化时期就有了小麦制粉的石磨盘。约3000年前，已发明了捣碎制粉。在公元3世纪的晋代已利用一个水轮带动八盘磨，以及"水轮三事"的创造。明宋应星著《天工开物》中载有"凡小麦既飏之后，以水淘洗，尘垢净尽，又复晒干，然后入磨"，"凡麦经磨之后，几番入罗，勤磨不厌重复"。其加工方法合乎现代制粉工艺的原则。西方小麦制粉最先也用石磨，磨后过筛，动力采用风车。17世纪，英国开始用一水轮带动两盘磨。18世纪，匈牙利创造了钢磨。1823年，在波兰建立了第一座应用辊式磨粉机的面粉厂，首先实现了小麦制粉机械化、连续化生产。到20世纪初，辊式磨粉机制粉工艺已先后在世界各国推广，逐渐发展成为分级制粉、反复筛理的制粉新工艺。中国在19世纪末引进了辊式磨粉机，在沿海地区相继建立了一些面粉厂。1949年后，面粉厂逐渐迁往原料小麦产地。到1978年面粉厂已达到3 000多个，面粉产量为1949年的23.4倍。小麦粉的品种逐步走向由原来单纯生产通用面粉发展到生产专用面粉和强化面粉。

制粉原理、方法和工艺流程　小麦为散粒体。麦粒由麦胚、胚乳和麦皮（包括糊粉层）三部分组成。其相对百分比分别为2.5%、82.5%和15%。胚乳呈白色，其成分主要为淀粉和面筋蛋白质，构成面粉的主体。皮层色泽按商品分类可分为红、花、白三种。白

皮麦因色浅，生产的面粉色泽白，出粉率较同等红皮麦高。皮层主要由不易消化的粗纤维和矿物质（灰分）组成。经过磨碎，筛分成为副产品，即麸皮。麦胚含有丰富的营养成分，如胚蛋白质、脂肪和维生素（特别是维生素E）。因脂肪容易变质，应在打麦及粉路中分离出来，另行处理。胚乳与皮层互相粘连，特别是麦粒的腹沟部很难分离。必须通过润麦，调节麦粒各部分的水分与硬度。在粉路中，经过多次磨碎和逐次筛理，使面粉和麦皮尽量分离，达到提高出粉率的目的。分离的程度可按面粉的粉色、麸星和灰分进行鉴定。

小麦制粉可分为小麦搭配、清理、水分调节和研磨筛理等工艺过程。

为了达到面粉质量标准，提高出粉率和稳定生产的目的，通常将几种小麦根据其软硬和面筋质含量，水分和灰分高低，色泽深浅，按一定比例搭配混合加工。也可分开磨粉，按粉质进行搭配。

清理和水分调节　小麦堆中含有多种杂质，如泥土、砂石、荞麦籽、破碎变质麦粒、金属件、包装残料等对制粉生产和面粉质量会造成极为有害的影响，

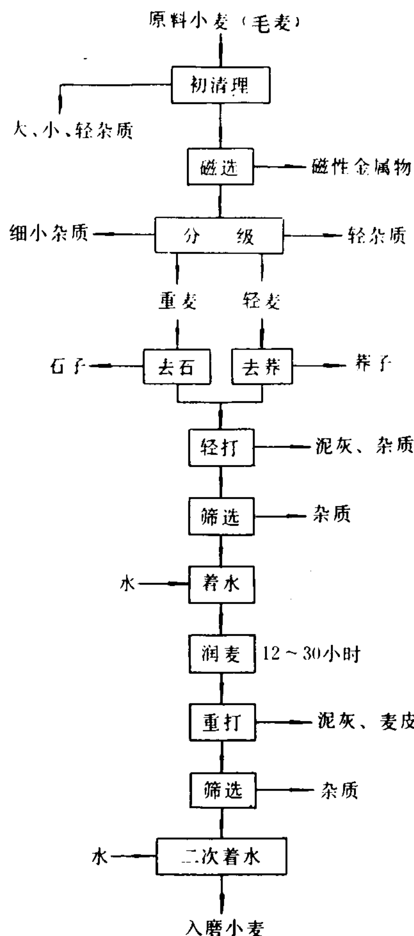


图 1　小麦清理流程

必须加以清除。通常利用杂质与小麦物理性质的不同进行分选，并对麦粒表面进行打麦和刷麦处理，尽量做到净麦入磨。清理流程见图1。

初清理是清除麦堆中的大、小、轻杂质，通常采用风筛结合振动筛清除。磁选清除麦堆中的磁性金属物。常用设备有永磁溜管、永磁箱和永磁滚筒。小麦分级采用小麦分级机，按比重不同，借助振动筛面和上升气流进行分级，将小麦分成轻质小麦、重质小麦、细小杂质和轻杂质等四种物料。同时将部分轻杂质集中在轻质小麦中，重杂质集中于重质小麦中，以便分别送入去石机和去荞机分离石子和荞麦粒。打麦是利用机械的打击和摩擦作用来清理麦粒表面和腹沟中的污物，打掉麦毛，打碎并肩泥块，清除有害病变麦粒和微生物等。打麦机的种类很多，可分为重打和轻打两类，主要有金刚砂打麦机、花铁筛打麦机、生铁板打麦机（擦麦机）和撞击机等。

在重打前，小麦进行第一次着水，入磨前进行第二次着水，而且硬、软麦分别着水。水分调节的目的：①使小麦吸收一定量的水分，胚乳中的蛋白质与淀粉由于吸水速度不同而使两者产生位移。使胚乳疏松易于粉碎。②使表皮吸水变韧，磨时不易破碎。以免影响粉质。③使工艺过程稳定。一般采用室温水分调节。着水量一般为1～2.5%。硬麦着水量要高一些，常用着水设备有水杯着水机、喷雾着水机和强力着水机等。第一次着水后进行润麦，使水分向麦粒渗透，同时使麦粒间水分均匀，润麦时间依硬、软麦不同，一般为12～30小时。为了改进面筋的强度，还可以采用热水分调节法。

制粉流程（粉路）　现代化的粉路分为四个系统。每个系统里还包括不少辊式磨粉机和平筛组成的磨和筛相结合的工序（称为道数），循序研磨和筛理，逐步使小麦磨制成面粉。其流程（见图2）：①皮磨系统。约有4～7道磨与筛的工序。1～3道为破碎小麦，主要提取麦心和带麸皮的麦心（叫做渣），分别送往清粉系统和渣磨系统。剩下带胚乳的麸皮送往后面2～4道的磨与筛，把麸皮上剩下的胚乳刮下。粗麸皮成为副产物，麦心和粗粉送往心磨系统后路。②清粉系统（纯化系统）。利用风、筛相结合的清粉机将纯麦心和略带麸皮的麦心（渣）分开，并将部分麸屑吸出。③渣磨系统。有1～3道。把从皮磨及清粉机下来的附有麸皮的麦心（渣）进行轻研，刮去麸皮的麦心送往心磨系统，带有麸皮的麦心仍回入清粉系统再处理。④心磨系统。为5～8道。把清粉系统、皮磨系统及渣磨系统筛出的麦心和粗粉磨成面粉，并去除细麸皮。四个系统的面粉集中到检验筛，筛理得成品面粉。

上述粉路称为长粉路，可以生产高级面粉，但产量较低，电耗较高。只用皮磨系统和心磨系统的粉路称"短粉路"。其单位设备的流量大，生产量多，电耗和成本低，但面粉质量较差。长、短粉路各有特点，当前中国的面粉厂，

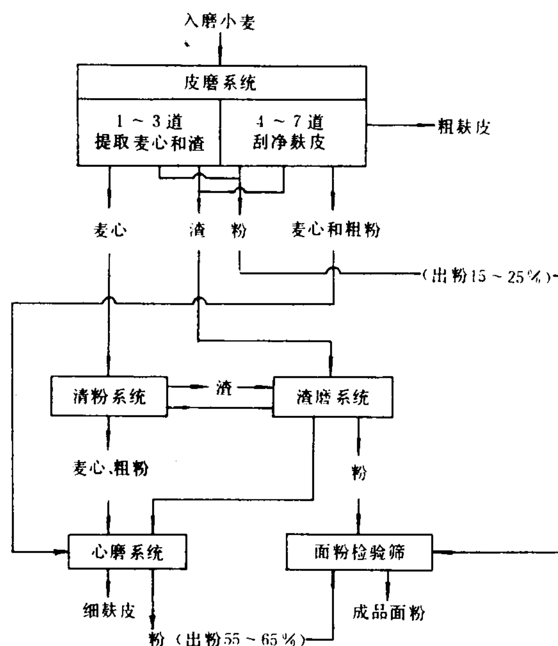


图 2　小麦制粉四个系统流程

多采用联合生产，即特制粉和普通粉联合生产。国际制粉发展趋势是采用长粉路生产优质面粉，同时提取胚芽。

产品品种　中国以加工精度、灰分、粗细度、面筋质、含砂量、磁性金属物、水分、脂肪酸值、气味、口味等将面粉分为特制粉、标准粉和普通粉，质量标准（见表）。此外，按面粉用途不同以及面筋质含量的高低，可分别生产面包用粉、糕点用粉和面条用粉等专用粉。根据不同情况，在小麦面粉中，添加氨基酸、维生素和微量元素，进行强化处理，可制成强化面粉。在小麦面粉中，添加0.3～0.4%的赖氨酸，可使面粉蛋白质的营养价值提高二倍。

产品和副产利用　小麦经研磨、筛分等工序处理后，得到面粉、麸皮和胚芽，可分别进行利用。

小麦面粉约含 70% 的淀粉，10% 的蛋白质，除了直接制作面包、馒头、面条、糕点等之外，根据不同需要，还可把面粉中的淀粉和面筋质分离出来，分别加以利用。面筋质经清洗，干燥后，可制成面筋、活性面筋粉和变性蛋白、油面筋等。淀粉可用于生产变性淀粉、糊精、淀粉糖和其他发酵食品等。

麸皮中含有纤维、蛋白质、脂肪、糖类等物质，通常可作为饲料。麸皮进行膨化处理后，可制成高纤维

中国小麦粉分等标准

等级	加工精度	灰分(%)(以干物质计)	粗细度(%)	面筋质(%)(以湿重计)	含砂量(%)	磁性金属物含量(g/kg)	水分(%)	脂肪酸值(湿基计算)	气味口味
特制粉	检验粉色麸星按实物标准样品对照	不超过0.75	全部通过9XX双料筛绢，留存10XX双料筛绢不超过10%	不低于26	不超过0.03	不超过0.003	14.0(±0.5)	不超过80	正　常
标准粉	检验粉色麸星按实物标准样品对照	1.20	全部通过54GG特料筛绢，留存7XX双料筛绢不超过20%	24	不超过0.03	不超过0.003	13.5(±0.5)	不超过80	正　常
普通粉	检验粉色麸星按实物标准样品对照	1.50	全部通过54GG特料筛绢	22	不超过0.03	不超过0.003	13.0(±0.5)	不超过80	正　常

注：脂肪酸值以中和100克试样的脂肪酸所需的氢氧化钾毫克数计算。

食品。新鲜的麸皮含有β淀粉酶，可作为生产饴糖的糖化酶。

胚芽中含有蛋白质、维生素E（生育酚）等。可以直接用来制作胚芽食品，如胚芽饼干，还可进一步加工提取蛋白质、麦胚油和维生素E等营养素。

（沈学源　程觉民）

小麦种质资源 (wheat germplasm resources)　可向小麦传递种质的植物材料。小麦种质资源包括小麦属各个种及其亲缘属的植物。有野生的和栽培的；有古老地方品种、育成品种和引入品种，也有具特殊优良性状的品系、突变体、雄性不育材料以及非整倍体等。

简况　小麦种质资源是小麦育种、生产及科学研究的物质基础。小麦育种成就在很大程度上取决于小麦种质资源的遗传多样性和对其研究的深度。苏联和美国早在 19 世纪初期就开展了小麦种质资源的收集、保存和研究工作。中国从20世纪30年代开始注意此项

工作，而大规模的收集、保存和研究是从50年代开始的。据国际植物遗传资源委员会（IBPGR）统计，至70年代末，全世界共收集小麦种质资源15万余份，除去来源不详及重复材料外，可供研究利用的约6万份，其中小麦4万余份、山羊草4 000余份。保存小麦种质资源较多的国家有美国、苏联、中国、意大利、澳大利亚、保加利亚、民主德国、联邦德国、土耳其、日本等。**国际植物遗传资源委员会**的小麦遗传咨询委员会与苏联、美国、意大利、日本等国商定，由**苏联全苏作物栽培研究所**、美国农业部遗传资源研究所小谷类研究室、意大利自然资源委员会巴里（Bari）种质实验室及日本京都大学种质中心等4个单位作为世界小麦种质资源的保存中心，其中日本京都大学种质中心重点保存**小麦野生亲缘植物**。**国际玉米小麦改良中心**将麦类种质资源作为重要研究项目，通过各种途径广泛收集世界各国小麦种质资源，进行遗传评价、同时人工创造具特异性状的资源材料。现保存麦类品种材料7万份。

中国至80年代中期，保存本国地方品种和育成品种共1.9万余份，从其他国家引入的品种近1万份，合计约3万份。生产上利用的主要是**普通小麦**，其次是**硬粒小麦**，**密穗小麦**和**圆锥小麦**等只有零星种植。中国还具有独特的**云南小麦**、**新疆小麦**和**西藏半野生小麦**。中国普通小麦中有一特殊类群，即圆颖多花类（inflatum），这类小麦的分布，在世界上以中国为最多，主要分布于中部和西南地区。它们的护颖多为圆形或椭圆形，无芒或勾曲芒、短曲芒，小穗多花、多实，每小穗结实4～5粒，多者可达7～8粒。有的品种易与**黑麦**杂交结实，如中国春，该品种不仅易与黑麦杂交，而且与偃麦草、簇毛麦及其它亲缘植物杂交结实率高，与**大麦**杂交也有较好的亲和力。因此，各国学者常用中国春作为桥梁亲本，与小麦亲缘属种杂交。同时也用它作为重要的遗传研究材料，早在50年代R．E．西尔斯（Sears）就用它创造出一整套小麦的**单体**、**缺体**材料，使小麦细胞**遗传**学研究及其在育种上的应用得以迅速而深入的发展。

中国小麦种质资源特点　中国小麦品种和世界上大多数国家品种相比，具有三大特点：①早熟。北方冬性品种一般比苏联、英国、法国品种早熟5～10天，比美国品种早熟3～7天。地方品种中著名的早熟品种有江东门、蚰子麦、临浦早等，是**小麦早熟育种**的早源材料。由江东门衍生的早熟丰产品种约有50个，如骊英3号、华东6号等；用临浦早育成了浙麦1号；用蚰子麦育成了蚰包和辛石小麦等。苏联利用中国早熟小麦品种育成了适应无霜期很短地区的西伯利亚早熟小麦品种群。②多花多实。圆颖多花和拟密穗类的品种即具这个特点。如平原50、成都光头、蚂蚱麦等，每小穗结实5粒左右，最多可结实8粒。中国利用这些品种已选育出一批推广品种，用蚂蚱麦系选或杂交，育成了碧蚂1号、碧蚂4号、泾阳302等。③抗逆性强。中国小麦品种具有一些特殊的适应性：抗寒力强的秃穗老麦、五常冬麦等；抗旱并抗风沙的玉兰麦等；耐湿性强的白玉花、水里站、水涝麦等；抗盐碱力强的抗碱麦、茶淀红麦、德选1号、沧州红等；耐酸性土壤的南昌条身子和进贤泡子麦等；抗赤霉病的苏麦3号、蜈蚣麦、溧阳望水白等；兼抗条、叶锈病的有瞎八斗、莱阳秋等。

矮秆种质资源　世界著名小麦矮秆资源有中国的大拇指矮（Tom Thumb），日本的农林10号，津巴布韦的奥尔森矮麦（Olesen Dwarf），美国的太平洋三矮麦（Pacific Triple Dwarf）、Norin 10/Brevor14等。这些都是小麦矮化育种的基础材料，其中Norin 10/Brevor14在美国和国际玉米小麦改良中心**小麦矮化育种**工作中起了重要作用。中国在60年代育成的咸农39和70年代选出的矮变1号，茎秆都很矮，利用咸农39为矮源已育成矮丰号良种。矮变1号株高仅有20～30厘米，受一对显性矮秆基因控制，具有显著的降秆效果。

抗锈病种质资源　世界上著名的抗锈病品种牛朱特（Neuzucht）是普通小麦与黑麦属间杂交再与小麦反复回交获得的。它是1B/IR属间异代换系，黑麦染色体1R带有抗多种病害的基因，致使牛朱特具很强的抗锈病能力。牛朱特的衍生物洛夫林（Lovrin）系统、阿芙乐尔（Аврора）、高加索（Кавказ）、山前麦2号（Предгорная2）等抗锈良种，其抗锈性都来自黑麦。法国的VPM系统（由偏凸山羊草、波斯小麦和普通小麦Marne杂交育成）和VPM/Moisson系统及其衍生物罗阿中（Roazon）等，它们的抗条锈病和抗眼斑病性来自山羊草。许多国家用这些品种作亲本，选育出大批的优良品种。如中国以洛夫林10为抗源，分别与有芒白4号、有芒红7号杂交，选育出丰抗号小麦，具有兼抗条、叶锈病性能。

抗白粉病种质资源　**提莫菲维小麦**和**波斯小麦**对白粉病免疫，许多国家把它们作为白粉病抗源。由提莫菲维小麦衍生的TP系统和TPR系统以及CI 12632、CI 12633等，在苗期和成株期均抗病，且抗病性强而稳定。**二粒小麦**、**黑麦**及**小黑麦**，也具有抗白粉病基因，从而被用作抗白粉病的供体。中国的白免1号也常作为抗源。

优良品质种质资源　籽粒蛋白质含量高的有阿特拉斯66（Atlas66）、兰科塔（Lancota）、英国杂种（Hybrid English）、安尼维沙里奥（Aniversario）、纳帕·哈尔（Nap Hal）、珀科夫（Purkof）、沙巴蒂·索诺拉64（Sharbati Sonora64），中国的红秃头（山西阳城）、笨麦（山西临汾）、格咱麦（云南中甸）、中作8131-1、京771等，这些品种籽粒蛋白质含量达17～19%。野生一粒小麦和栽培一粒小麦，野生二粒小麦和栽培二粒小

麦，籽粒蛋白质含量有的高达30%。这些小麦种已被用作改进品质的重要资源。

加拿大春小麦马奎斯（Marquis）是著名的优质品种，被公认为世界育种史上的一项卓越成就，很多国家以它为品质源，迄今在加拿大仍是鉴定品质的对照品种。美国利用马奎斯作亲本，培育出的高品质推广品种腾马克（Tenmarg），后成为美国多年小麦品质的对照种，同时利用它培育出一批品质好的品种，如维契塔（Wichita）等。品质好的品种还有苏联的无芒1号（Безостая1）、萨拉托夫29（Саратовская29）、澳大利亚的节日麦（Festival）、普奥拉（Puora）等。

大粒种质资源 普通小麦的大粒种质资源（千粒重60克以上）如中国的金沙江1号、金沙江2号、金沙江3号、金沙江4号，邯大35，优8134，72-629，临辐82-1249；意大利的C. V. Piave；南斯拉夫的MK-VI，P262等。东方小麦和波兰小麦籽粒大，千粒重可达70克。硬粒小麦和圆锥小麦的一些品种的千粒重也可达70克，如苏联硬粒小麦品种施比卡（Шбчка），圆锥小麦乌兹别克（Узбекская）等。实践证明，这些小麦均可作为小麦育种的大粒源。（郑殿升）

小麦种子后熟（after-ripening of wheat seed） 小麦种子收获后完成生理成熟的过程。未完成后熟的种子，其内部的生理生化过程仍继续进行，虽给予适宜的发芽条件也不能萌发，这种现象称为休眠。不同小麦品种的种子，其后熟期的长短具有各自相对的稳定性。

后熟期间种子的生物化学变化，主要是合成过程。与成熟以前不同之点是养分积累已经停止，但仍需继续把简单物质转变为复杂物质。在后熟过程中，氧化还原酶类的活性降低，呼吸强度减弱。同时，水解酶由游离状态转变为吸附状态。贮藏物质的转化是由氨基酸合成蛋白质，可溶性糖类合成淀粉，游离脂肪与甘油合成脂肪，种子酸度降低，而蛋白质、脂肪及淀粉的含量却相应提高。

小麦种子的后熟特性是在长期的世代发育过程中形成的一种适应性，具有休眠特性的种子可以避免过早地或不适时地发芽而丧失生命力。中国南方冬麦区的小麦地方品种大多数是后熟期较长的红皮品种，这是长期的人工选择和自然选择的结果。因为这些地方麦收前后多雨，后熟期短的品种容易在田间或麦垛里的穗子上发芽，称为穗发芽。穗发芽的种子不但不适于作种用，也不适于加工，甚至不能食用。因此，在上述地区的小麦育种目标，除了考虑丰产性和抗逆性外，还要重视后熟期的长短。（张文畅）

小麦种子休眠（dormancy of wheat seed） 小麦种子不发芽的静止状态。小麦种子成熟后需经过后熟过程，其贮藏物质才可由不可摄取状态转变为能被胚吸收的水溶性物质，酶从吸附状态转变为溶解状态，从而使种皮的不通透性自然解除，种子才能萌发。

种子休眠有两种情况：一是种子本身还未完全通过生理成熟阶段，虽然给予适宜的发芽条件仍不能萌发，称为深休眠；二是种子已具有发芽能力，但由于外界环境条件不适宜，种子仍处于静止状态，称为强迫休眠。通常所谓休眠是指种子的深休眠。造成种子休眠的原因：①种子未完全成熟，小麦的胚虽然已经长成，但还没有完成一系列复杂的生物学变化，还缺少胚部萌发时所需要的同化物质。②种皮坚硬，具有一层脂肪物质，成为种子萌发的障碍物，因而造成种皮的不透水性、不透气性以及种皮的机械约束作用等。③种子中存在着抑制萌发的物质。

休眠期的长短是小麦品种的一个特性，并与年份、地区气候和栽培条件都有密切关系。为了生产或科学研究的需要，有时需要种子提前发芽，必须打破小麦种子休眠。具体方法：①剥去休眠种子的种皮，然后放在培养基上发芽，可以显著提高发芽率。②在4℃低温下放置48小时后，再移到正常发芽温度中，可破除休眠。乳熟期的种子先经过干燥再进行低温处理效果较好。蜡熟期种子可直接在低温条件下处理。③干燥可促使后熟过程中的种子尽快散发由气体交换所产生的水分、二氧化碳和热量来提高种皮通透性。以25～30℃的室温进行干燥的效果较好。④在40～48℃的高温下处理休眠种子10天左右，可提高种子发芽率，尤其对于乳熟期的种子效果较好。⑤25～100ppm赤霉素水溶液处理可促进休眠的小麦种子萌发，但对已渡过休眠期的种子有抑制作用。（张文畅）

小苗带土移栽（transplanting young seedlings with bed-soil） 把叶龄在三叶左右的水稻幼苗带土栽插到本田的一种栽培方法。中国华南稻区早有零星应用，称铲秧、卷秧、场地育秧。菲律宾也有类似的作法，叫dapog；日本的盘式育秧机械化配套栽培，也属于小苗带土移栽范畴。

移栽方法具有节约秧田，提早栽插，不伤秧根，返青快，分蘖早等优点。但由于小苗是在密播条件下培育的，秧龄不宜过长；加上移栽时对本田的整地和田间管理的要求较高，所以在应用上有较大的局限性。一般适用于早茬口的一季早、中稻和绿肥田连作早稻。迟茬口的早稻和连作晚稻，如选用早熟品种也可采用。生产上多与大、中苗配套，以适应不同茬口的需要。此外，小苗带土移栽还可作为灾后的补播、抢栽的措施。

移栽技术除了提高本田整地质量外，还要掌握短龄、带土、浅栽等三个基本环节。一般以2.5～3叶移栽为宜；移栽时带土厚度约2厘米左右，并在铲秧前进行追肥、施药；每穴栽秧5～8棵的要求，做到带

泥掰块浅栽，使秧块表面与田面同一水平。此外，移栽的小苗，因分蘖早、数量多，容易造成群体发展过度，在田间管理上，要特别注意控制后生分蘖，使能构成合理的群体结构，获得高产。（方宪章）

协方差分析 (analysis of covariance)

方差分析与回归、**相关分析**相结合的一种统计方法。协方差是两个变数的互**变异数**。对于一个具有N对变数(x、y)的有限总体，协方差可定义为：

$$cov=\frac{1}{N}\sum_{1}^{N}(x_i-\mu_x)(y_i-\mu_y)$$

而对应的样本协方差则为：

$$\hat{cov}=\frac{1}{n-1}\sum_{1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})$$

式中 $\hat{cov}$ 为乘积之和除以自由度，它是总体协方差cov的估计值，又称协方或均积(MP)。

协方差分析主要用于：①矫正处理平均数。在作物试验中可能会发生缺株或小区发病程度不同等情况，影响处理间的比较。协方差分析，可消去这些影响，使矫正后的处理平均数相互比较时的精确度得到提高。②测验回归方程间的异同。若有k个直线回归样本，通过协方差分析可检验各样本的回归截距，回归系数间是否有显著差异，了解事物间的数量关系是否存在着共性。③分析样本间和样本内的相关。利用协方差分析中均方(MS)和期望均方(EMS)、协方(MP)和期望协方(EMP)的关系，可以获得样本间相关和样本内的相关的信息。

协方差分析的基本步骤，以随机区组试验中矫正处理平均数为例说明如下：

计算平方和与乘积和，列出两类变数平方和与乘积和的分解表：

变异来源	自由度	平方和与乘积和		
		SS_x	SP	SS_y
总变异	$nk-1$	$SS_{T(x)}$	SP_T	$SS_{T(y)}$
区组	$n-1$	$SS_{r(x)}$	SP_r	$SS_{r(y)}$
处理	$k-1$	$SS_{t(x)}$	SP_t	$SS_{t(y)}$
误差	$(n-1)(k-1)$	$SS_{e(x)}$	SP_e	$SS_{e(y)}$
处理＋误差	$n(k-1)$	$SS_{t(x)}+SS_{e(x)}$	SP_t+SP_e	$SS_{t(y)}+SS_{e(y)}$

测验回归关系的显著性：

回归平方和$U=(SP_e)^2/SS_{e(x)}$

离回归平方和$Q=SS_{e(y)}-(SP_e)^2/SS_{e(x)}$

列出回归关系显著性测验表：

变异来源	df	SS	MS	F
回归	1	U	U	$U(nk-n-k)/Q$
离回归	$nk-n-k$	Q	$Q/nk-n-k$	

若上表的F值显著，则表明两类变数间有显著的回归关系，y必须用x进行矫正。

对矫正后的y值作方差分析

"处理＋误差"平方和

$$SS_{t+e}=(SS_{t(y)}+SS_{e(y)})-\frac{(SP_t+SP_e)^2}{(SS_{t(x)}+SS_{e(x)})}$$

误差平方和$SS_e=Q$

处理矫正平均数的平方和$SS_t=SS_{t+e}-SS_e$

列出矫正y值的方差分析表：

变异来源	df	SS	MS	F
处理＋误差	$n(k-1)-1$	SS_{t+e}		
误差	$nk-n-k$	Q	$Q/nk-n-k$	
处理矫正平均数间	$k-1$	SS_t	$SS_t/(k-1)$	$SS_t(nk-n-k)/Q(k-1)$

若上表F值显著，则表明处理平均数经矫正后有显著的差异。

计算各处理的矫正平均数$\bar{y}^*$，并进行t测验

$$\bar{y}_i^*=\bar{y}_i-b(\bar{x}_i-\bar{x})$$

$$b=SP_e/SS_{e(x)}$$

处理矫正平均数$\bar{y}_i^*$和$\bar{y}_j^*$间的t测验：

$$t=|\bar{y}_i^*-\bar{y}_j^*|\Big/\sqrt{S_e^2\left[\frac{2}{n}+\frac{(\bar{x}_i-\bar{x}_j)^2}{SS_{e(x)}}\right]}$$

式中 $S_e^2=Q/nk-n-k$。根据$df=(nk-n-k)$查t表，作出统计推断。（姜藏珍）

新疆小麦 (Xinjiang wheat)

小麦属的六倍体种之一，学名*Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch.，又名彼得巴甫洛夫小麦，原产中国新疆，俗称稻穗麦、稻麦子。**染色体**数2n=6x=42，染色体组型为AABBDD。植株高大(110～130厘米)，叶片、茎节和下部叶鞘上均具有毛；护颖嘴芒状；小穗基部具明显的颖托(见图)。

1957年苏联学者在中国新疆搜集到这种小麦，经研究明确它为六倍体，命名彼得巴甫洛夫小麦。因它原产于中国新疆，在中国称为新疆小麦。50年代曾在新疆东南部和天山南坡海拔900～1 200米地带种植。新疆小麦的类型较单一，已划分7个变种。

幼苗直立、叶片宽大披垂，成株旗叶长约35～50厘米，宽1.4～2.5厘米，叶色较浅，叶舌明显。分蘖较少，有效分蘖2～3个。穗下茎中空，抽穗至成熟前茎、叶及穗上均具少量蜡质。穗部形态与东方小麦相似，但内外颖不等长。穗纺锤形，正面与侧面宽度相近，穗长为13～18厘米，穗轴不易折断。每穗的小穗



新 疆 小 麦

数15～20个，小穗排列较稀，小穗密度D＝10～12，每小穗具3花，结实2～3粒，护颖长卵形具茸毛，颖脊不大明显。内外颖（稃）大而质软，外颖较内颖长，外颖具长芒，易脱粒。籽粒大、长椭圆形、白色、硬质、腹沟深、冠毛多，千粒重在原产地为40～50克。籽粒蛋白质含量17～20%。春性，中早熟，对光照敏感。耐热性好，抗旱性较差。易感染条、叶、秆三种锈病及白粉病、散黑穗病。（孙雨珍）

新植蔗 (newly planted cane)　生产上利用蔗种种植的甘蔗。甘蔗的萌发生长以30℃左右为最适宜。但气候是变化的，栽培上要调整下种期，既不妨碍萌发成苗，又要使伸长期处在当地气温最高的时期。工艺成熟期需要较低的温度和较大的日夜温差，以抑制对工艺成熟起阻挠作用的酸性转化酶和淀粉酶的活性，促使蔗糖分积累。在水分适宜的情况下，每天最低温度在13～17℃，昼夜温差在10℃以上，利于工艺成熟；温度过低，造成冻害，蔗糖分降低。根据甘蔗生理特性和产区的气候特点，分为春植蔗、夏植蔗、秋植蔗和冬植蔗。中国甘蔗生产多以春植蔗为主，少数为秋植蔗和冬植蔗，夏植蔗很少。新植蔗栽培主要有以下几个环节。

整地　甘蔗为深根作物，前作物收获后，应及早进行深耕整地，耕深一般为20厘米左右。整地后按行距要求开植蔗沟，结合施基肥，行距为100～120厘米，机械化栽培130～150厘米。植沟深度为10～15厘米，上面宽度为30～40厘米，沟底要平，宽度为15～20厘米，具体的深度、宽度视播幅宽窄、土壤质地、气候、地势等情况不同而异。雨水多、排水不良、土壤粘重者宜浅；旱地、砂质土排水良好者宜深。特别是对地势低、地下水位高、土质粘重、降水多的蔗区，要先整畦，然后在畦上开植蔗沟或整成二级畦在第二级畦面种植（见图）。排水较差的围田（在河流出海口的海滩上围垦的田地）蔗区，需在蔗地四周开排水沟，在田块中部开“十字”形的排水沟，每隔几畦开一条较深的排水沟，以降低地下水位。



二级畦示意图

播种　生产上多采用50厘米左右的梢部茎做种，也有用全茎作种。人工播种的要先剥叶后砍种，一般一节段为2～3个芽，砍种后，经清水或2%石灰水浸种，或用药剂浸种消毒后播种。机械播种的，由播种机边播种边砍种，每段芽数较难固定。在早春气温低的地区，为了加速出苗，提高发芽率，生产上还有采用人工加温催芽，使蔗芽和根萌发后播种。常用的有堆积盖薄膜和蒸汽加温催芽方法。春植蔗一般在2月至4月土层10厘米深处、土温稳定在13℃以上时即可播种。采用地膜覆盖栽培者，播种期可提早；秋植蔗一般在9月，此时气温高，发芽出苗快；冬植蔗在12月至翌年1月。播种时，蔗种的芽向两侧贴泥平放，排种方式有单行条播、三角条播、双行条播等，依播种量多少而异，排种后盖土3～6厘米厚。有些水田蔗区，采用在播幅上做成泥浆后排种，蔗种半边入土，不再覆盖。每公顷播种量为4.5万～6.0万段的双芽苗，具体的播种量依各地气候、品种、水肥条件、蔗种质量以及栽培管理水平等因素而定。机械化栽培，多用全茎播种，播种量一般每公顷为7～10吨。

育苗移栽　具有早播种、早出苗，延长生长期，高产高糖和节省蔗种等优点。一般比直接播种的增产10%以上。育苗移栽的方式很多，主要有冬季育苗春季移栽和春季育苗春季移栽。苗床宜选择土质疏松、背风向阳、靠近水源和移栽的大田。苗床须先犁、耙、施用基肥，整成120～130厘米宽的畦，将经过浸种或催芽的蔗种平排畦面并盖种，也可用泥浆坐种。一般用双芽蔗种育苗，苗床与本田的比例约为1∶15。如用单

芽或芽片育苗的，可更多的移栽于本田。冬春季节育苗气温低，要用塑料薄膜、地膜覆盖、温室育苗利于保温保湿，从出苗后至蔗株拔节以前皆可移栽，但苗龄过长，植株过大，移栽返青慢。以3～6片真叶，永久根初发时移栽为佳。移栽前，开好植沟，施足基肥；移苗时防止少伤根，多带土；苗大深栽，苗小浅栽，栽后压实，浇水盖土，以利成活。有的也采用营养钵育苗，避免起苗伤根。

田间管理　可分苗期、伸长期、伸长后期和工艺成熟期三个阶段的管理。

苗期　要求达到苗全、齐、匀、壮。甘蔗前期既需水又怕水，要依各地气候、土壤等条件不同，做好防旱保水或排涝防渍等措施；一般在3～5片真叶时进行查苗补缺。以保证单位面积上有足够的有效茎数，每公顷要求大茎种6.0万～7.5万株，中茎种7.5万～9.0万株，小茎种10万～12万株，补苗用的蔗苗须预先育好备用；在蔗株封行前进行中耕除草2～3次，采用化学除草剂时，中耕次数减少。一般在幼苗6～7片真叶，开始分蘖时结合追肥进行小培土。分蘖盛期结合追施壮蘖肥进行中培土，培土厚5厘米左右；苗期宜勤施薄施追肥。主要用速效氮肥和补施磷钾肥。苗期虽然吸肥量不多（占总施肥量的5～10%），但不能缺肥。注意防治螟虫为害（见**甘蔗虫害**）。

伸长期　是甘蔗一生中生长最旺盛时期，需水需肥最多，管理措施为：

重施攻茎肥。此期吸收氮素占总吸收量的50%以上，磷、钾肥则占70%以上，但磷、钾肥已在基肥及苗期施用，主要应追施氮肥。具体施肥量和配合比例，因产量水平、土壤、气候条件等而异。

灌溉或排水。伸长期需水量约占全生育期的50%以上，必须供应充足的水分。要求60厘米左右的土层内保持土壤最大持水量的75～90%为宜，低于70%应及时灌溉。低于50%时，产生严重缺水，伸长停止，以至出现凋萎。但水分过多，会降低根系活力。在降水量多或地势低洼的蔗区，要开沟排水，降低地下水位，地下水位以保持在80厘米左右为宜。灌溉的方法有沟灌、喷灌、滴灌等。中国蔗区主要采用沟灌法。

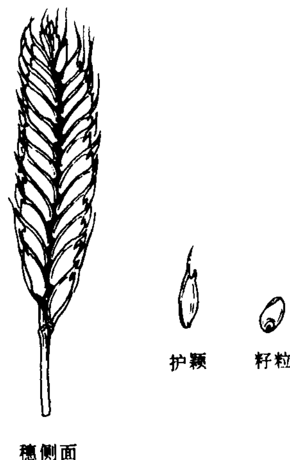
大培土。一般在拔节伸长期前后结合施攻茎肥进行大培土，培土15～20厘米，以抑制无效分蘖、促进新根生长、提高吸水、吸肥和抗倒伏的能力。在中国东南沿海台风较频繁的高产蔗区，为了防止倒伏，大培土后还要进行一次高培土，水田蔗地还再进行一次湿培土（畦沟做泥浆涂畦面）。但在旱地和土壤粘重的蔗田不宜采用湿培土。培土时，还要求把蔗株间的空隙填满充实，使泥土紧贴蔗株基部。大培土、高培土前必须剥除基部的枯、黄、老叶以及弱小、无效或过多的分蘖，以促进发根方便培土作业和防治病虫害。

伸长后期和工艺成熟期　此期蔗茎伸长速度减慢、蔗糖分迅速积累逐步达到工艺成熟。田间管理的主要目的是保证后期仍有一定的生长量又能正常成熟。

酌施壮尾肥。对营养不足的蔗田施用少量氮肥，既可维持甘蔗后期的生长，又可养育地下部蔗芽，利于翌年宿根发株。但施用量不宜过多，不宜过迟进行，以免贪青晚熟，蔗糖分积累迟缓；灌溉排水。伸长后期蔗田仍需保持湿润状态，进入工艺成熟期，要求相对干燥的环境，促进成熟；剥除枯老蔗叶。既有利通风透光，减少病虫害，又可促进成熟，有利收获。旱地蔗区，为了防旱保水，一般不剥或少剥叶；甘蔗在难以自然成熟的情况下，可采用增甘膦（Polaris）和Mon 8000等催熟剂，于收获前4～6周，对叶面进行喷洒，可促进成熟，提高甘蔗早期的糖分。

热带蔗区有些甘蔗品种容易抽穗开花，抽穗开花后，如不能及时收获，蔗茎产量和蔗糖分均有明显地降低，在生产上须防止甘蔗抽穗开花。主要是选用不易抽穗开花的品种，调节植期，适当增施氮肥，光引变期间减少灌溉，使用化学药剂，夜间闪光断夜或剪叶等处理措施。（周承圣）

辛斯卡娅小麦　小麦属的二倍体种之一，学名 *Triticum sinskajae* A. Filat. et Kurk.。**染色体**数 $2n=2x=14$，染色体组型为AA。它是栽培**一粒小麦**的天然突变体，与一粒小麦的主要区别是籽粒不带皮（稃），容易脱粒，护颖较宽大，颖嘴延长为尖的芒状体（见图）。无生产利用价值。辛斯卡娅小麦是苏联学者在1975年从过去搜集的土耳其栽培一粒小麦样本（K-20970）中发现的。



辛斯卡娅小麦

春性，高抗多种真菌病害。幼苗半直立，株高80厘米左右，茎秆有弹性，抗倒伏性较强。叶片不宽，覆满粗硬茸毛。穗扁平，长6厘米左右，无芒或短芒，护颖脊明显。每穗约有25个小穗，每小穗多数结实一粒。穗轴易断，折断方式上节位。（郑殿升）

性状鉴定（charactirezation and evaluation of characters）　按照规定的方法，对农作物品种、品系或其它种质资源的特征特性进行测定和作出评价，包括形态特征、生育期、农艺性状、抗病虫、抗逆境特性、产量和品质性状等的观察记载、分析比较

和最终评定。鉴定项目的多寡和精确程度因鉴定对象和工作要求而异。一般在能够满足工作要求的前提下，鉴定应力求简便、快速、精确。

鉴定方法可分为直接鉴定与间接鉴定两类。前者是对目标性状直接作出鉴定评价。后者则是通过对与目标性状紧密相关的其它性状的鉴定来推断目标性状。

直接鉴定又可分为自然鉴定、诱发鉴定、异地鉴定、实验室鉴定等。

自然鉴定　在当地田间自然条件下对目标性状进行鉴定。自然鉴定最能反映供试材料本身所具有的特性，因而对绝大多数性状的鉴定常采用自然鉴定。

诱发鉴定　在自然条件不能满足鉴定某些性状的要求，使它不能充分表现时，需要采用人工模拟或接种诱发等手段进行鉴定。例如在人工造成的水淹条件下进行抗涝性鉴定。或在自然条件下利于充分发病时进行人工接种，或通过密植、施肥、灌水等手段人工诱发病害。进行人工诱发鉴定应注意：①模拟要近乎自然。②诱发条件要控制适度，过与不及都会影响鉴定结果的正确性。

异地鉴定　在当地自然条件和诱发条件都不能满足鉴定要求时，应进行异地鉴定。如到寒、旱、盐碱地区进行抗(耐)寒、旱、盐碱性鉴定；到病区进行抗病性鉴定等。对于需要进行多年、多点鉴定才能获得确切评价的性状，异地鉴定更属必要。

实验室鉴定　有些性状因受自然条件变化影响较大，鉴定结果很不稳定，需要在人工控制条件下鉴定。另一些生理特性和品质性状无法用感官鉴定，必须借助仪器设备测定才能得出结果。千粒重、容重、纤维的长度、强度、蛋白质、氨基酸、油分和有害物的含量，以及品种对人工低温或干旱处理的反应等，都需在实验室、温室或生长箱内进行鉴定。

在直接鉴定得不到预期结果或过于繁难时，可进行间接鉴定。例如小麦苗期叶片和分蘖节细胞质含糖量与抗寒性之间有一定的相关性。测定品种这些部位的含糖量多少，可以间接推断它们抗寒性的强弱。但应注意相关性只是相对的。间接鉴定结果总不如直接鉴定可靠，常需参照自然鉴定结果才能作出较全面的评价。　　（丁寿康）

雄性不育保持系 (maintaining line)　凡雌雄蕊正常、自交结实，能用作不育系的授粉亲本，使其繁殖后代并能保持后代不育性的品种或品系。简称保持系。雄性不育系能否在**杂种优势利用**上发挥作用，关键之一在于有无适当的保持系来繁殖其后代供杂交制种之用。

质、核互作**雄性不育系**的保持系在自然界中大量存在，假如育性为胞质基因和一对核基因互作控制，则具有可育胞质基因N和隐性不育核基因rfrf，即育性基因型为N rfrf的品种或品系都可以成为保持系。由于在受精过程中，父本的细胞质基本不进入卵内，所以后代的胞质几乎完全来自带有不育胞质基因S的母本。而父、母本的核基因又都是rfrf，因此F_1能保持不育性。

为了寻找和选育保持系，一般可采用测交筛选与回交转育相结合的方法。先选用一批优良的栽培品种或品系为父本，分别与已有的胞质不育系测交。开花前每个组合F_1分别选穗套袋，并仔细检查花粉育性及自交结实表现。如果花粉无生活力，自交完全不育，且不育株率完全或较高，则这个父本可初步入选为轮回亲本，并与测交后代继续回交。在回交过程中应逐代选择完全不育且其他性状近似父本的单株与典型父本单株成对回交。经回交4～6代后，如果能保持稳定的完全不育性和不育株率，这个父本就可成为新转育的不育系的保持系。假如某个品种或品系只能部分保持不育，或保持的不育性不稳定，那可能由于核内携有次要的恢复基因或育性修饰基因。一般不宜选用具有这种特性的材料作为保持系。如果测交后代表现可育，那就应考虑改变方向，从改良恢复系的目标来进行选育。

相同作物不同类型的胞质不育系常要求不同育性基因型的保持系。如在水稻、玉米、小麦等作物上都发现有此特点。在寻找和选育保持系时对此应加以注意。除育性基因型外，保持系最好还应具备如下条件：抗病性、抗逆性好，矮秆或半矮秆，农艺性状优良，高产，配合力高，开花期较早、花粉量大、花器结构适于作授粉亲本，而且转育成不育系后易于恢复育性。

（范　濂）

雄性不育恢复系 (fertility restoring line)　凡雌雄蕊正常、自交结实，能用作不育系的授粉亲本，并使杂种一代恢复正常育性的**品种**或品系。简称恢复系。恢复系恢复力的高低和其他性状的好坏，直接影响着三系在**杂种优势利用**上的价值。

在育性为胞质基因和一对核基因互作控制条件下，凡是具有N RfRf或S RfRf育性基因型的材料都可能成为恢复系。寻找和培育恢复系的常用方法有以下三种。

测交筛选法　用胞质不育系为母本对有关栽培品种、品系和其他材料作单株成对**测交**。凡是F_1植株育性完全或高度恢复的组合，其父本单株就有可能成为恢复系或恢复源的材料。由于胞质不育系的育性恢复度在年度间有一定波动，而且同一材料不同株间恢复力也有变异，所以要在第一次测交的基础上再连续单株测交2～3次以上才能筛选出恢复力比较稳定的材料。这种方法简单有效，许多作物的恢复系都是用此法筛

选出来的，如水稻野败型恢复系IR24，小麦提型恢复系L344/5—4等。

杂交选育法 按杂交方式不同又可分为两种：①农艺亲本与恢复源杂交。以优良农艺亲本为一方，优良恢复源为另一方作杂交，后代按**杂交育种**程序选择。选择目标应包括恢复力高、产量及农艺性状优良、适于异交的花器结构等三方面。农艺亲本可用育性正常的栽培品种或不育系，如以后者为母本，由于后代具有不育胞质背景，可先按后代单株散粉情况粗选其恢复力，以减轻测交的工作量。恢复源可用已有的优良恢复系、筛选出的恢复源或不育胞质供体。由于不育胞质供体本身必须具有恢复基因才能保证自交结实，所以用农艺亲本与其杂交也可能从中选育出优良的恢复系。如小麦马尔奎斯恢复系就是用这种方法选出的。②恢复系间杂交。为了进一步提高恢复系的恢复力或改进其他性状，可用两个不同恢复系杂交以求得不同位点的恢复基因累加或其他性状互补。用这种方法常能较有效地培育出恢复力强而稳定的恢复系。如高粱忻粱5号、7号、9号等恢复系就是从这种杂交中选出的。

回交法 为了将农艺性状优良、配合力高但无恢复力的栽培品种或品系转育成恢复系，可采用**回交法**。回交转育一般要有不育胞质为背景。先用不育系为母本与某一恢复力强的恢复系杂交，在F_1及以后各世代选择散粉良好的单株为母本与选定的栽培品种回交数代，再自交2代并测交鉴定恢复力，即可育成该栽培品种的恢复系。如果该栽培品种已有现成的不育系，则可直接用该不育系与恢复系杂交，在后代中选择散粉正常而其他性状接近不育系的单株与不育系连续回交，再自交、测交育成恢复系。在有些作物，如小麦，用回交法育成的优良恢复系较少，因为小麦的恢复系牵涉到的恢复基因较多，回交代数愈多愈容易造成恢复基因的丢失，代数太少又难以保证获得轮回亲本的优良性状。

选育恢复系尚应按授粉亲本的要求对丰产性、抗病性、花器结构、花粉量大小、株高和配合力等性状作正确的选择。 （范 濂）

雄性不育系 (male sterile line) 在两性花或雌雄同株植物中，由雌蕊发育正常、但**遗传**性上自身造成无花粉或花粉失去生活力的植株所构成的品系，简称不育系。

简史 植物雄性不育性的研究可以追溯到18世纪中期。1763年，D. J. G. 科勒特（Köhlreoter）最早报道在两性花植物中发现有雄性不育现象。但一直到20世纪初，才有人对植物的雄性不育性进行遗传研究，并区别了**基因**控制和胞质控制两种类型的雄性不育性。1908年，W. 贝特森（Bateson）等经过对香豌豆雄性不育性的遗传分析，报道这种不育性是由隐性不育单基因控制的。同年，C. 科林斯（Correns）报道在一些植物物种中，雌花、两性花异株是由母本细胞质控制的。最早认识到雄性不育性在作物育种上的应用价值首推1937年J. C. 斯蒂芬斯（Stephens）对高粱的研究和同年H. A. 琼斯（Jones）与S. L. 埃姆斯韦勒（Emsweller）对洋葱的研究。现在，**高粱**、**水稻**、洋葱、**玉米**、**甜菜**、**向日葵**、**珍珠粟**、番茄等作物已广泛应用雄性不育系配制杂交种子供生产应用。

1958年中国科学院遗传所引进高粱3197A不育系并开展杂交高粱的选育和推广工作。全国各地相继转育一批新的不育系和优良的恢复系，配制了不少优良的杂交组合，如晋杂1号、勃杂1号、吉杂26等。全国杂交高粱推广面积从1965年的1 000多公顷，到1975年已扩大到250多万公顷。1965年北京农业大学从国外引进提型苏早1号不育系和T808恢复系，以后其他单位又引进普里美皮等恢复源和其他类型的雄性不育系，从而开展了小麦杂种优势利用的研究工作，已进展到三系配套、选配强优势组合、小面积试种阶段。1964年湖南安江农校**袁隆平**在洞庭早籼品种中发现败育型雄性不育株，揭开了中国研究水稻雄性不育系的序幕。1973年又培育出野败三系，筛选出一些强优势组合在全国推广种植。1977年全国种植杂交水稻200多万公顷，1983年增加到670多万公顷，增产效果显著。中国水稻雄性不育系的研究和利用，已处于世界领先地位。对玉米、**棉花**、**油菜**等作物的雄性不育系研究也在进行，其中玉米C型雄性不育系已在1980年前后小面积应用于生产。

特征特性 雄性不育株必须接受外来有效花粉才能受精结实。不育株的花器外表形态因植物而异：小麦雄性不育株一般表现为花药灰白、瘦小、呈箭头状且不开裂；花粉量少、多呈三角形、遇碘不染色或染色很浅，或根本无花粉；开花后开颖角度大、时间长、柱头外露、穗形蓬松。玉米雄性不育株的雄穗不发达，在雄穗主轴上着生稀疏而扁化的小穗；小花颖壳不开张，花药较短、干瘪、不开裂，其中无花粉或花粉败育；花粉粒外形呈不规则的皱缩状、直径小于外形呈圆球状的正常花粉粒。

不同植物花粉败育的表现形式不尽相同。水稻上有四种表现型：①无花粉型，如湖南C系统南广粘不育系；②典败型花粉。如野败不育系，红莲、红晓不育系，冈型朝阳1号不育系等，它们的花粉粒发育不健全、形状皱缩不规则、无内含物、无受精能力等；③圆败型花粉。野败不育系多数花粉虽表现为典败，但也有少数败育较晚、不皱缩、仍为圆形、部分染色，但却无受精能力；④三核花粉。如BT型黎明不育系的花粉粒为圆形、染色正常、有三个核、但无受精能力。

雄性不育株花粉败育时期最早发生在孢原组织——

花粉母细胞期间，有的到三核期才发生。但大多数植物败育时期是在四分体期至有液泡的双核期之间，以在无液泡小孢子期败育的植物最多。一般双子叶植物败育时期比单子叶植物略早。

雄性不育花粉一般是由于胼胝质、药隔维管束和毡绒层异常等原因引起败育，尤以毡绒层细胞发育失常，使小孢子"饥饿"而败育的现象较为多见。

遗传机制及应用　雄性不育系按其遗传机制可分两类：

基因或细胞核雄性不育系　由控制花粉正常育性的核基因发生突变而形成的不育系。假如控制花粉正常育性是一对显性基因RfRf，由于隐性突变，杂合体Rfrf自交分离出纯合基因型rfrf，受隐性纯合不育基因控制的植株便表现为雄性不育，中国昌缁V型小麦不育系就属于此类。但也偶尔发现有显性核不育现象，其正常可育的基因型为msms，经显性突变产生杂合基因型Msms，表现为雄性不育。当它被育性正常植株（msms）传粉结实时，其子代按1∶1比例分离出显性不育株和隐性可育株。中国发现的由显性单基因控制的太谷小麦核不育就属于此类。

隐性核不育系的不育性一般都为孢子体雄性不育系，即花粉的不育性由孢子体的基因型所决定，与配子体（花粉）本身所含的基因型无关。所以在育性杂合株中，由于显性等位基因的存在，其全部雄配子都有受精能力。这样，在自然群体中，隐性不育等位基因才有可能通过雄配子传递下去。在一对育性基因控制下，孢子体雄性不育的杂合体自交后代按3∶1比例分离出可育株和不育株。

在**杂种优势利用**上，隐性核不育系难以找到有效的保持系，所以不能产生大量不育系种子供制种之用。但可用杂合可育株给不育株授粉，在育性为一对基因控制条件下，其子代按1∶1比例分离出纯合不育和杂合可育株。因为这种群体内既有不育株又有部分保持能力的可育株，所以有人称之为两用系。对于用种量少、繁殖系数高的蔬菜作物如番茄等，可以直接应用两用系作母本。对于用种量大的谷类作物，曾有不少人尝试过很多办法来解决核不育系种子繁殖的困难。如玉米的核不育保持系双杂合体和大麦的平衡三级三体。但在生产上仍不能简易而有效地加以利用。至于单基因控制的显性核不育系，主要用来作为常规育种中轮回选择和回交育种的亲本。

质、核互作或细胞质雄性不育系　由胞质基因与核基因互作而产生的雄性不育系，常用CMS代号表示。假如胞质内存在着不育基因[S]，而在相应的核内又具有一对纯合隐性不育基因rfrf，这种具有[S]rfrf基因型的植株就表现为雄性不育。若核内为纯合RfRf或杂合Rfrf的显性恢复基因所代替，胞质[S]基因的作用受到抑制而植株表现可育。如果胞质内存在着可育基因[N]，则不论核基因型是否可育，植株全部表现可育。可见对这类不育性起主导作用的是胞质内的[S]基因。胞质基因[S]可能来自突变，也可通过将栽培品种的核导入远缘的属、种、亚种以及地理远缘品种的胞质中求得。这种核置换法的要点是选择一个对栽培品种具有不育胞质而基因型为[S]RfRf的远缘物种为母本，以基因型为[N]rfrf的栽培品种为轮回父本，经杂交和连续回交4～6代以上，母本的核几乎全部被轮回亲本所置换，但仍保留原来远缘物种的不育细胞质，这种具有[S]rfrf育性基因型的核置换系便是胞质不育系，而轮回亲本[N]rfrf便成为该不育系的保持系。不育系与相应保持系除育性不同外，在农艺性状及其他特征特性上十分相似，有如孪生姐妹。

如果要将某个栽培品种转育成某类型胞质不育系，可采用回交转育法，用该类型不育系为母本，栽培品种为轮回父本，回交4～6代以上，就可转育成该栽培品种的不育系，而该栽培品种便是相应的保持系。

胞质不育系大多为孢子体雄性不育系，也发现过由配子体控制花粉育性的配子体雄性不育系，即花粉的不育性直接受雄配子（花粉）本身的基因型控制，而不取决于孢子体的基因型。例如甜菜、洋葱、玉米、水稻等作物的某些类型不育系，其育性杂合株的两种雄配子中，携带可育基因的花粉有受精功能，杂合株的自交后代全部可育。这是与孢子体雄性不育系的不同之处。如玉米S型的不育胞质使含有rf_3隐性不育基因的雄配子不育，而含有Rf_3显性恢复等位基因的小孢子发育成有功能的雄配子。在孢子体控制的玉米T型不育系的杂合株中，则含有Rf_3或rf_3的雄配子都是有功能的。

质、核互作不育系可按作物不育胞质来源分为多种类型。如水稻有野败型、滇一型、野栽型、BT型、冈型等；玉米有T型、S型（或USDA型）、C型和其他型；小麦有提型、拟斯卑尔脱型和其他型等。不同类型的不育胞质常要求不同的育性恢复系和保持系。如恢复系R_5（茹可夫斯基/3×札斯J）能有效地恢复提型不育系的育性，而与拟斯卑尔脱胞质型小麦不育系杂交，其F_1由于R_5的一整套染色体与拟斯卑尔脱胞质不亲和而完全不育。又如玉米T型和C型胞质不育系可用Tr自交系保持，但Tr却能恢复S型不育系的育性。

胞质不育系在生产利用上比较简便，只需设不育系繁殖区和制种隔离区。在水稻、高粱、玉米、甜菜等作物生产上已大量应用胞质不育系，并已获得明显的经济效益。但在利用中也发现某些不足之处，如T型胞质使玉米严重感染小斑病，美国曾因此受到很大的经济损失；提型胞质使小麦杂交当代种子瘪瘦和发芽率降低；水稻胞质不育系有穗头较短，甚至包颈，开花较迟且不集中等现象，影响制种产量；某些杂交高

梁籽粒单宁含量高，影响着杂交高粱的品质。此外不育胞质的育性恢复除受主基因控制外，还受到众多修饰基因的影响，因此杂交种的育性恢复，还受到环境条件如温度、湿度、光照等的影响，使得杂交种的年度产量不够稳定。随着研究的进展，这些缺点已经或正在不断得到克服。（范 濂）

徐冠仁 (1914.3～) 遗传育种学家，出生于江苏省南通县。1934年毕业于南京中央大学农艺系。1934～1946年历任中央大学助教、讲师、副教授，讲授稻作学。1950年在美国明尼苏达大学研究生院毕业，获哲学博士学位，留在农艺及植物**遗传学**系当研究员，从事**玉米生长发育**研究及采用热中子和X射线辐射**小麦抗病育种**，为美国"西格玛·赛学会"会员。1956年回国后担任中国农业科学院原子能利用研究室主任，后任所长、兼任中国科学院遗传所研究员、北京农业大学教授，还先后任农业部科学技术委员会委员、国家科委农业组成员、国家科委同位素专业组副组长、中国科学院生物学部副主任、国务院学位委员会学科评议组成员、中央农业广播学校副校长、**中国农学会**常务理事、中国核学会常务理事、中国原子能农学会理事长等职。



徐冠仁是中国原子能农业应用研究、教学的开拓人。回国后，1957年在中国农业科学院创办了中国第一个原子能应用研究室，后发展为研究所，并主持该所工作达30年之久。在他的倡导下1978年成立了"中国原子能农学会"，创办《原子能农业应用》(后改名为《核农学报》)、《原子能农业译丛》(后改名为《核农学通报》)两个学术刊物，为开创和发展中国原子能在农业上应用做出重要贡献。1957年开始他利用高粱雄性不育系、保持系和恢复系，致力于高粱杂交优势利用的研究，使高粱大幅度增产，由此也推动了其他农作物杂交优势利用的研究。他还利用小麦"单体"、"缺体"全套材料，开创了中国利用农作物非整倍体从事遗传育种的先例。1963年他主持"粮糖兼用高粱"的研究。1974年开始利用小麦核不育材料进行轮回选择育种。

徐冠仁的主要论著有:《不同类型水稻杂交不育性研究》、《正常玉米与矮生玉米生长发育的比较研究》、《辐射育种的进展》、《核子技术与农业现代化》。

徐冠仁曾任国际水稻研究所理事会理事、亚洲生物科学网理事会理事。参加过联合国原子能机构召开的有关和平利用原子能的专家会议等重要学术活动；曾获得美国明尼苏达大学授予的"杰出成就奖"，列名于"国际知名知识分子副记"、"国际杰出领导名录"等。（刘书城）

休眠 (dormancy) 作物种子或营养繁殖器官在适宜萌发的条件下暂时停止萌发的现象。休眠是作物对不良环境的一种适应，在野生植物比较普遍，在作物上的表现程度稍差。其中果树、蔬菜、花卉等又比农作物为明显，但也因作物种类、品种和所在地区而异。如小麦红粒品种的休眠期一般比白粒品种长，在多雨的收获季节，可减轻因穗发芽而造成的损失；马铃薯块茎的休眠，可防止贮藏或运输过程中因萌芽而降低或丧失其种用或食用价值；而恶性杂草的种子如野燕麦为谋求生存，其休眠期可长达数年之久，从而能逃避由土壤耕作诱发出苗而被全部消灭的危险。

休眠有原始休眠和二次休眠之分。前者指种子在生理成熟时或收获后立即进入休眠状态，如禾谷类作物的种子；后者指在正常情况下能萌发的种子或营养繁殖器官，由于不利的环境条件的诱导而引起自我调节的休眠，如马铃薯块茎等。

胚的后熟是种子休眠的主要原因，只有胚完成其生理成熟后才能发芽。种皮不透气和不透水，种子因得不到必需的氧气和水分而不发芽，也是常见的现象。去除颖壳或在胚部刺皮穿孔可促进发芽；马铃薯块茎的休眠，也与皮层的不透气性有关。某些豆科、锦葵科作物种子的种皮坚实，妨碍吸水而不能萌发，俗称硬实。可采取擦伤种皮、浓硫酸处理、低温湿润层积砂藏等方法，促使通气透水而解除休眠。对由于果实或种子本身含有发芽抑制物质，如脱落酸、酚类化合物、有机酸等而引起的休眠，可通过改变光、温、水、气等条件，或采用植物激素如赤霉素、细胞分裂素和乙烯、过氧化氢、硝酸盐等化学药剂予以解除。就一般农作物来说，变温、预冷、赤霉素和过氧化氢处理对打破休眠期有较好效果。（李文雄）

休闲 (fallow) 在可种作物的季节或全年，对耕地采取只耕不种或撂荒来养地的一种方式。主要作用是有利于土壤积蓄水分、减少作物对土壤水分养分的消耗、潜在养分矿化为作物可利用的有效养分、消灭杂草。休闲的不利方面是浪费光、热、土等自然资源；加快了土壤潜在肥力的矿化率，消弱土壤累积有机质，加剧水土流失。

休闲可分为季节休闲与全年休闲。季节休闲在农区较为普遍，有冬闲、秋闲、夏闲之分。中国西南和华南丘陵地区多冬闲，即在冬季土地晒垡过冬或者冬泡过冬(冬水田)。冬水田主要分布于排水不良或春季干旱又无灌溉设施的西南丘陵山区，稻田冬季贮水以备春季插秧用。冬晒休闲，无论水田或旱地均在作物秋收后进行翻耕，利用冬季的冻融与干湿的交替作用，改善土壤物理性质。也有秋季不耕翻板田过冬的。秋



闲是在早秋作物收获后的休闲，时间也较短。夏闲是上茬作物（一般为小麦、油菜等）收获后的夏季休闲，分布于豫西、晋南、晋东南、渭北等地，主要目的是蓄纳雨水。东北和西北在小麦收割后夏闲时间较短，一般只有两个月左右。

全年休闲主要分布于半干旱地区，一般不超过二年，如中国青海省的浅山地区，甘肃中部，宁夏南部，陕西北部，内蒙古等地。由于降水量少（一般300～400毫米），常通过休闲把两年降水量贮存起来供一季作物之用，休闲还可消灭杂草。苏联、美国的中西部、加拿大的半干旱地区多采用全年休闲，随着农业的不断进步，世界上休闲面积正在逐步减少。

（刘巽浩）

需肥量 (fertilizer requiremeut) **农作物**生产一单位干物质对肥料的需要量。作物的需肥量随作物产量水平的不同而变化。一般需肥量包括作物的吸收总量和不同生育期内对养分的吸收量。作物对养分的吸收总量，通常用生产50千克收获物（经济产量或生物学产量）从土壤中吸收氮、磷、钾的数量来表示，它是估算作物施肥量必需的参数之一。

冬小麦生产50千克籽粒时，氮（N）、磷（P_2O_5）、钾（K_2O）吸收量的比例是3.00∶1.25∶2.50；**春小麦**是3.00∶1.00∶2.50；**大麦**是2.70∶0.99∶2.20；**水稻**是2.10～2.40∶0.9～1.30∶2.10～3.30；**春玉米**是2.57∶0.86∶2.14；**夏玉米**是2.58∶1.32∶2.98。由此可见在谷类作物中，冬小麦与春小麦（除磷以外）需肥量差异均不大。豆科作物与油料作物需肥量较大，如**大豆**所需肥量是10.1∶3.8∶6.3；**花生**是6.8∶1.3∶3.8；**油菜**是5.8∶2.5∶4.3；**芝麻**是8.23∶2.07∶4.41。氮钾的吸收量均高于磷，施肥时须注意氮、钾肥料的供应。尽管豆科作物有根瘤菌可以固氮，由于生长前期根瘤菌活力较弱，也应补充一定数量的氮肥。**纤维作物**需肥量除磷以外，氮、钾的吸收量均高于油料作物。

农作物不同**生育期**内对养分的吸收率，是指该生育期吸收养分占全生育期养分吸收总量的百分率，因此它是养分吸收的相对量，可作为作物全生育期肥料分配的参考。

当用平衡法计算施肥量时，需肥量是不可缺少的参数，平衡法是根据作物从土壤中对养分的吸收量与土壤养分供给量之间的差数，以确定施肥量，并实现作物吸收与土壤养分供给之间的平衡。平衡法通过对土壤养分的常规测试，求得土壤中养分的供给量（A），再根据作物的需肥量（B）算得供需之间的差值，再除以化肥利用率（C）的校正，即可获得作物的推荐施肥量（F）。即：

$$F=\frac{A-B}{C}$$

世界各国的土壤测试站多采用此法，以指导科学施肥。

（毛达如）

需水量 (water requirement) 作物生产一单位重量干物质所需水的消耗量。也就是作物在整个**生育期**或一定的生育期内所吸收水分的总量与同期生产的总干物质量的比值，也称蒸腾系数。

作物需水量是了解作物需水特性的一项标志，也是估算灌溉用水量的依据，在农业生产上有重要参考意义。

不同作物和品种的需水量差异很大（见下表），即对水分的利用率不同。

各地区不同年型的主要作物需水量(m^3/ha)

作物名称	地　　区	年		型
		干　旱　年	中　等　年	湿　润　年
双季稻	华中、华东	4 500～ 6 750	3 750～6 000	3 000～4 500
	华南	4 500～ 6 000	3 750～5 250	3 000～4 500
中　稻	华中、华东	6 000～ 8 250	4 500～7 500	3 000～6 750
一季晚稻	华中、华东	7 500～10 500	6 750～9 750	6 000～9 000
冬小麦	华北	3 750～ 7 500	3 000～6 000	2 400～5 250
	华中、华东	3 750～ 6 750	3 000～5 250	2 250～4 200
春小麦	西北	3 750～ 5 250	3 000～4 500	—
	东北	—	—	2 250～3 750
玉　米	西北	3 750～ 4 500	3 000～3 750	—
	华北	3 000～ 3 750	2 250～3 000	1 950～2 700
棉　花	西北	5 250～ 7 500	4 500～6 750	—
	华北	6 000～ 9 000	5 250～7 500	4 500～6 750
	华中、华东	6 000～ 9 750	4 500～7 500	3 750～6 000

影响作物需水量的因素很多，主要是受作物种类、品种特性和气候、土壤（其中主要是土壤水分）、耕作、栽培技术等。其中气候条件的影响最为重要，因为作物需水量的实质是蒸发、蒸腾问题，而蒸发、蒸腾则主要受气候因子所左右，因此作物需水量在空间上的变化与蒸发、蒸腾有相同的规律。

一种作物在不同生育期内，需水量不同。通常在前期即幼苗阶段小，中期器官建成阶段达高峰，后期籽粒形成时期又趋少。生殖器官建成阶段（生殖生长时

期）是各种作物的需水临界期，对水分最为敏感。如小麦、大麦在孕穗至抽穗期，水稻在孕穗至开花期，玉米在雌雄穗分化中、后期，开花至乳熟期，高粱、黍在抽花序至灌浆期，豆类、荞麦、花生在开花期，向日葵在花盘形成期至灌浆期，马铃薯在开花至块茎形成期，棉花在开花结铃期。在需水临界期内，作物忍受与抵抗干旱及其它逆境的能力减弱，此时须有充足的水分，代谢才能顺利进行，所以临界期缺水作物会明显受害而减产。在需水临界期作物不但对水分最敏感，还由于生长较快，水分的利用率也较高。根据这一特性，应特别着重保证需水临界期的水分供应。

作物需水量的测定在生产中还没有理想的方法。国外采用作物根系吸水量的自动灌水装置来测定作物蒸腾量。中国的灌溉试验部门一般测定田间腾发量（即叶面蒸腾量与棵间蒸发量之和），同时测定棵间土壤蒸发量，用田间腾发量减去棵间土壤蒸发量算得蒸腾量。多年试验结果表明，作物全生长期的蒸腾量相当于总腾发量的1/3左右。蒸腾量是与总物质产量之比值，即蒸腾系数或需水量值。

（陈玉民）

旋耕 (rotary tillage)

利用旋耕机旋转的刀片切削、打碎土块、疏松混拌耕层的一种耕作法。通常起表土耕作作用，有时代替**翻耕**成为**基本耕作**。可用于水田、园田和旱地。中国现有多种旋耕机型号与各马力级的拖拉机配套，进行土壤耕作作业。和翻耕比，旋耕具有碎土性强，旱耕土壤细碎，水耕表土松软起浆、耕后地面平整，作业一次可收到翻、耙、平的综合效果。随着刀片在刀轴上安装的方式不同，旋耕后地面平坦或等距离开沟、作畦，分别适用于平作和畦作。

在中国南方有三种情况应用旋耕。一是冬麦收获后浅耕整地插秧，由于碎土性能好，放水后表土松软起浆，有利于栽插秧苗。二是早稻收获后旋耕，效率高，保证整地质量，不误农时，栽插晚稻。三是晚稻收获后秋耕种麦，往往在翻耕基础上再浅旋耕一次，代替耙地。中国北方无论旱地或水田，常于翻耕之后以旋代耙，提高整地质量。在华北“三茬套”的田间，麦收后采取旱旋耕整地，播种夏玉米或夏大豆，带状作业，不致损伤田间生长的春玉米。近年来，北方试验稻田旋耕（即水田不翻耕、直接旋耕）成功，使土壤耕作次数由原来的犁耙4～5次减到旋耕2次，且耕后田平土碎，上软下实，爽水透气，有助于水稻早生快发，同时可节省泡田用水。但旋耕的耕深较浅，常为10～14厘米，对残茬、杂草掩埋差，长期采用旋耕会使耕层变浅，杂草增多。水田带水旋耕易破坏土壤结构，导致耕层通透性变差。应采取翻耕与旋耕轮换运用，深耕与浅耕搭配，才有利于全层施肥，综合除草，为农作物提供适宜的土壤生态环境。

（吴吉人　陆欣来）

玄胡

见延胡索

玄参 (ningpo figwort)

玄参科玄参属栽培种之一，学名 *Scrophularia ningpoensis* Hemsl.，多年生草本植物。别名浙玄参、元参、黑参。根供药用，为中国特产。分布于浙江、江苏、安徽、江西、湖南、湖北、贵州、陕西和福建等省。多为栽培，以浙江省产量多，品质最佳。同属植物有北玄参 *S. buergeriana* Miq. 也作药用。分布于东北、华北和华东地区。

株高60～150厘米。根粗壮，圆柱形或圆锥形，长6～15厘米，下部常分叉，表面黄褐色。茎直立，四棱形，常带暗紫色，有腺毛。叶对生，卵形或卵状椭圆形，无毛或下面有稀疏细毛。聚伞花序，顶生，疏散开展呈圆锥状，花梗细长，有腺毛，花冠暗紫色，筒部斜壶状。蒴果卵圆形，具宿萼。种子细小，黄褐色。花期7月至8月。果期8月至9月。北玄参形态与玄参相似，但叶较窄，花序紧缩呈穗状，花冠黄绿色（见图）。



玄　参

喜温暖湿润气候，适应性强，耐旱，怕涝。宜于土层深厚、疏松、肥沃、排水良好的砂质壤土或壤土栽培。重粘土或低洼地不宜栽培。采用根芽繁殖和种子繁殖。分株繁殖很少采用。一般多采用根芽繁殖，因生长快，产量高。南方以秋栽为主，采收时选取色白，粗如拇指的带芽根茎作种，立即栽种，按行株距45×30厘米开穴，每穴栽一芽，覆土3～5厘米，每公顷用种芽450～600千克。如采收后不及时种，可将种根茎贮藏于室内或室外的地下，保温越冬，于翌年2月上旬至3月上旬栽植。北方寒冷地区，多将带芽根茎贮藏

于地窖中，窖内温度保持在0～2℃左右，至翌年3月中旬至3月下旬地面化冻时穴栽。种子繁殖生长年限较长，变异性大，根不整齐，产量低，在新引种地区可采用。南方秋播9月下旬至10月下旬，春播3月上旬至4月上旬。北方春播3月下旬至4月中旬。采用育苗移栽，苗高10厘米左右定植。玄参为深根性植物，吸肥力强，宜深翻施足基肥，生长期施追肥2～3次。培土壅根，固定植株，保护芽头，以利生长。雨季及时排水，防止积水烂根。病虫害主要有斑枯病 *Septoria scrophulariae*、白绢病 *Sclerotium rolfsii*、红蜘蛛等。10月下旬至11月下旬采收，挖起地下部分，剥去带芽根茎，取下块根晒1～2天，抖掉泥土，除去须根，堆积闷2～3天，再晒，再堆闷，反复数次至内部呈黑紫色，晒至全干。

根含玄参素（Scrophularin）、植物甾醇（Phytosterols）、脂肪、糖类、l-天冬酰胺、微量挥发油及生物碱。药理实验：水或乙醇浸剂有降压作用。水煎剂有抗菌解热作用。味甘、苦咸，性寒。有清热解毒，养阴生津的功能。主治热病烦渴、发斑、咽喉肿痛、痈肿、便秘和瘰疬等症。（孙鹤年）

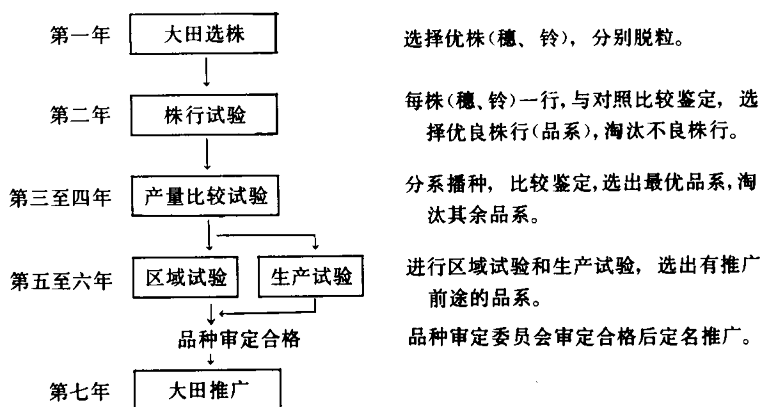
选择育种 (selection) 从天然的异质群体中选择优良个体，进而培育成新品种的方法。做法有两种：一种是将选到的单株（单穗）混合脱粒，混合种植，称混合选择，常用于异花授粉作物的改良。混合选择可以只进行一次，亦可连续进行多次。另一种作法是将当选单株（单穗）分别脱粒，分别种植，然后对后代株系进行选择、比较，直至选出新品种，称单株选择，常用于自花授粉作物或常异花授粉作物育种。这里每一单株的后代是一纯合系统，为此只进行一次单株（单穗）选择。应用单株（单穗）选择的方法称为纯系选种或系统育种，还可称为一株（穗）传育种法。在这两种方法中，以系统育种应用较为广泛。

选择育种简单易行，是应用最早的育种方法。中国的《尚书序》中有公元前3000年周公以唐叔所采作物植株单独种植获得"嘉禾"的记载。以后汉代、后魏古农书中均有选择育种的记述。1856年法国L.德·维尔莫林（de Vilmorin）应用单株选择改良甜菜。但为系统育种奠定科学理论基础的则是丹麦的W.L.约翰生（Johannson）。他根据1902～1907年进行的菜豆试验提出纯系学说，认为对天然混杂群体选择有效，在纯系中继续选择无效，并首次提出基因型和表现型的概念，可遗传和不可遗传变异的区分。

自花授粉作物，无论是古老的地方品种还是人工杂交育成的品种，经长期种植之后都可能由于机械混杂、天然异交、自然突变产生一定的异质性。同时又随着代代相传而进行纯合化过程，个体又是相对纯合的。因此，这些品种可以看作是包含许多不同纯合个体的混杂群体。从群体中选出的每一个单株（单穗）的后代都可能是"纯系"。由于纯系的基因型是纯合的，后代不再分离，后代个体间表现上的差别只是环境作用所造成的不可遗传的变异。所以在"纯系"后代中继续选择是无效的。因而系统育种只进行一次单株（穗）选择。

但是所谓"纯系"都是相对的。人们往往是把人工育成的品种和纯系等同起来，认为通过分离选择而培育出的品种都是纯系，因此对它继续选择无效。但通过以后自交数代的F_4、F_5代杂种单株实际上并没有完全达到纯合化，仍然保留着一定程度的异质性，经过长期种植，将会分离出一些性状各异的个体，特别是引到一个改变了的新环境下种植，有些在原产地看不到的变异就会显现出来，所以继续选择是有效的。中国在水稻、小麦、棉花等作物中有很多继续选育成功的实例。例如从江西地方水稻品种鄱阳早选出南特号（江西），继而选到南特16（广东），又从中选出矮脚南特（广东），最后获得矮南早1号（浙江）。值得注意的是从国外引入的农作物往往会出现原产地所没有的一些变异个体，通过系统育种常常能够取得成效。例如，从原产意大利的小麦品种阿夫选出博爱7023（河南）、武麦1号（江苏）、扬麦1号→扬麦2号（江苏）；从原产美国的棉花品种斯字2B先后选出徐州209→徐州1818→徐州58→徐州142等。

系统育种包括大田选株（穗）、株（穗）行试验和产量比较三个主要环节（见图）。选株（穗）可以在一个群体中，也可以从多个群体中进行。把选择到的优良单株（穗、铃）或有特点的自然变异株的种子种成株行。每隔一定距离种植对照行（或原品种），在生长期的各个关键时期进行观察鉴定并与邻近对照进行比较，最后



系统育种示意图

选出一些显著优良的纯合株行，后进入**产量比较试验**、**区域试验**、**生产试验**直至推广（见产量比较试验、区域试验、生产试验）。

作为一种育种手段，选择曾在早期阶段发挥很大作用，迄今在自花授粉作物育种中仍占一定的地位。中国于50年代稻、麦、棉品种中用系统育种方法育成的品种分别占各作物品种总数的41.7%、12.2%和45.0%；到了60年代分别达到37.4%、22.4%和58.3%。1977年33个种植面积达百万亩以上的小麦品种中，由系统育种得来的有6个，占18.2%。但是，系统育种也有其局限性，它只能利用群体中原有的变异，不能有计划、有目的地创造新类型。异花授粉作物玉米虽从40年代起就通过选育优良自交系配制优良组合，大量利用杂种优势，但在群体改良中仍须利用混合选择。

（李晴祺）

选择指数 (selection index)　以线性函数形式综合若干信息来源，提供对目标性状进行选择的数量指标。例如，一个重要目标性状的直接选择效果不佳，但它与若干便于直接选择的性状间有密切相关。这时，可将这些非目标性状作为自变量综合于选择指数中，根据指数值的大小对该目标性状进行选择，有可能提高选择效果。假定自变量性状的表型值分别是P_1、P_2……P_n，相应的基因型值则是G_1、G_2……G_n，而且，这些性状基因型值之间呈线性组合形式，那么，目标性状基因型的经济价值则是：

$$H=a_1G_1+a_2G_2+\cdots\cdots+a_nG_n$$

其中a_i乃是成员性状基因型值的相对经济权。由于各性状的基因型值往往不易度量，目标基因型价值（H）就不能直接估算。这时需要构成一个与H有最大相关的表型值线性函数I，其形式为：

$$I=b_1P_1+b_2P_2+\cdots\cdots+b_nP_n$$

式中　b_i是相应成员性状表型值（P_i）的权，适宜的b_i值可满足H与I之间相关最大化的要求。这样，若求得适宜b_i值，将b_i与P_i一起代入式中，就可得到相应的I值，以I值作为指标进行选择，则可有效地改良目标性状。线性函数I的表达式就是选择指数。要改良的目标性状既可以是单一的，也可以是包含多个成分的复合性状。

b_i是I对P_i的偏回归系数。通过最小二乘法可以得到一组正规方程：

$$\begin{aligned}
b_1P_{11}+b_2P_{12}+b_3P_{13}+\cdots\cdots+b_nP_{1n}&=A_{11}\\
b_1P_{21}+b_2P_{22}+b_3P_{23}+\cdots\cdots+b_nP_{2n}&=A_{21}\\
b_1P_{31}+b_2P_{32}+b_3P_{33}+\cdots\cdots+b_nP_{3n}&=A_{31}\\
\vdots\qquad\vdots\qquad\vdots\qquad\qquad\vdots\quad&\ \ \vdots\\
b_1P_{n1}+b_2P_{n2}+b_3P_{n3}+\cdots\cdots+b_nP_{nn}&=A_{n1}
\end{aligned}$$

解方程就可求得相应的b_i估值，从而可求得选择指数I。联立方程中P_{ij}是性状i和性状j之间的表型协方差；P_{ii}是性状i的表型方差；A_{ii}是性状i与目标性状之间的遗传协方差。

指数选择情况下的选择响应可表示为：

$$R_I=i\sigma_I$$

式中　i是选择强度，σ_I是指数标准差，其表达式是：

$$\sigma_I=\sqrt{b_1A_{11}+b_2A_{21}+b_3A_{31}+\cdots\cdots+b_nA_{n1}}$$

从而可以算出进行指数选择时的预期选择响应R_I，并用R_I来对比包含不同性状的指数效率，从中找出最优性状组合。

（郭平仲）

《选种和良种繁育》（*Селекция и Семеноводство*）　俄文，1929年创刊，原名《良种繁育》，1935年改为今名。由苏联列宁农业科学院编辑，莫斯科全苏联合公司农工出版社（BO. Агропромиздат）出版。双月刊，16开本，每期64页。

该刊辟有选种、国家**品种比较试验**和**品种区域化**、**良种繁育**和机械化等栏目。其内容主要包括苏联作物选种和良种繁育的方针、政策及其贯彻情况；育种的任务和成果，育种经验、问题和方法，育种原始材料及其研究方法；**新品种**的鉴定和推广；良种繁育体系，良种繁殖技术，良种繁殖工业化问题；用于育种和良种繁育试验的小型机具及各式新型机具；**种子检验**方法、仪器和设备等。还对国外动态、人物介绍、学术活动、会议简讯和书刊评介，也时有报道。

（温爱理）

选种圃 (selection nursery)　种植杂种及其分离世代或诱变产生的各世代材料。种植选种圃的目的在于发现和选择符合育种目标的**变异**，从而选出主要性状基因型纯合而又优良的稳定品系送交鉴定圃，进行产量试验。特别优异而且种子量够的品系可越级提升预备试验圃。

自花授粉作物按系谱法所设置的选种圃大体做法如下：①F_1：按组合宽行距点播，以便去伪去杂和获得较多的种子（以及进行复合杂交）。各组合F_1的前或后应种植父母本各一行，以便了解亲本性状的遗传趋势，获得如何配置更优组合的信息。同时可参照母本或其隐性性状拔除伪杂种。单交F_1一般不选株，并可淘汰不好组合。②F_2或复交F_1：按组合点播，株行距应有利于选株操作。各组合F_2前应种植相应的父母本各一行，以便进一步了解各亲本性状遗传情况。每组合的株数可以从数百、数千乃至上万，依作物种类及杂交组合而异，每隔一定距离播种当地推广品种作为对照种，作为对邻近杂种植株进行选择的标准。也可加设主要目标性状突出的其他品种，作为选择该性状的对照。在抗病育种中还需加用感病对照品种，借以检验全田发病情况。在F_2或复交F_1的优良组合中选择

优良单株，按组合收获单株，分株脱粒。同时淘汰不良组合和种子性状不好的个体。

在异交率高的地区开展常异花授粉作物育种时，需在F_2甚至F_1即开始将中选单株套袋自交留种，以保证选株后代的稳定和纯化。③F_3：种植F_2当选单株，按组合排列，每株种子点播成1～2行，称为株系。每一株系从其亲缘上看是来自上代的一株，又称家系或系统。F_3系统间性状差异明显，这些差异反映了F_2中选株间的遗传差异，所以F_3是对F_2选株进行检验和进一步选拔的世代。由于F_3系统内仍有不同程度的分离，在优良系统中还要选择优良单株，并按系统分株收获，分别脱粒。F_2株间和F_3系统间的加性遗传方差最大，掌握好这两个世代的选择工作是继正确选配亲本之后决定育种成败的关键环节。④F_4及其以后世代：种植和后代处理方法同F_3。来自同一F_3系统的F_4诸系统称为系统群，同一系统群内的系统称为姊妹系。在F_4如出现少数性状一致的优良系统可升级至鉴定圃。当中选系统的遗传性基本稳定、主要性状基因型达纯合时，即可称为品系。如果优良品系的种子量多还可开展多点试验，以便及早对其生产力和适应性作出评价。

随着世代的推进，中选系统逐代增多，系统内株间变异逐代减少，工作重点应以选择优良系统为主。对于大量入选系统应根据生产实际需要，紧密扣住育种目标，进行全面考核，逐代提高选择标准，做到精益求精，但也要适当注意类型的多样性，避免表型单一化。有些材料在本地区表现不突出，但有些性状复合体却符合邻近或其他地区的要求，则可迅速转移到该地区继续选拔，以观后效。

（张树榛）

薰衣草 (lavander)　唇形科薰衣草属栽培种之一，学名 *Lavandula angustifolia* Mill. 或 *L. officinalis* Chaix.、*L. vara* DC.、*L. spica* L.，多年生芳香作物。

薰衣草油的主要成分为乙酸芳樟酯和芳樟醇。决定香气的主要成分则为薰衣草醇和乙酸薰衣草酯。主要用于香水、香皂工业、医药上用作兴奋驱风剂、药物矫味剂。也可用作磁器工业上描绘时的调色剂，又是优良的蜜源植物。

薰衣草属植物原产地中海地区。由于种间容易杂交，栽培上所用的薰衣草主要是本种与另一种宽叶薰衣草 *L. latifolia* Medic. 的种间杂种。

有关薰衣草的记载可以远溯到古罗马时代。16世纪末，薰衣草首先在法国南部栽培。19世纪后，英国、美国、苏联、澳大利亚、保加利亚、意大利、荷兰和日本等国也引种栽培。世界主产国为法国、苏联、保加利亚、意大利和匈牙利。中国在1952年将本种引入上海，1956～1957年引入北京、西安，以后又推广到甘肃等地。现在的主产地在陕西、新疆伊犁地区和上海市。

本种为常绿小灌木，株高30～40厘米，多分枝，根系发达。叶对生，淡灰绿色，狭长，边缘卷曲。穗状花序，花淡紫色至深紫色，每轮有小花10～14朵，花萼卵状筒形或近筒形，在萼片的缝线上有小腺体。花冠长约萼的2倍，筒直伸，上唇较大，2裂，下唇3裂。雄蕊4，二强，均内藏。小坚果椭圆形（见图）。染色体数2n=(36，54)。



薰　衣　草

薰衣草是地中海气候型的植物，需要充足的阳光，冬喜温湿，夏畏涝热，适栽于壤土和砂砾土，而不宜于低湿的粘重土。由于是异花授粉植物，因此，如果用种子繁殖，实生苗在株高、产量、油质等各方面均有很大的分离变异，生产上应选用优良的无性系，用扦插法、压条法或分株法繁殖。亦可利用组织培养。扦插时选用长8～10厘米已经木质化的枝条。分株法用3～4年生的植株，在晚秋初冬离地面8～10厘米处修剪，在基部壅土，促使发根，至翌年秋季分栽。栽植地必须空旷向阳，深翻土壤，施用厩肥、堆肥、过磷酸钙、硝酸铵和钾盐。生长期中注意除草及防治食叶害虫，冬季轻度修剪。开花期中应在上午10时后到下午4时前从满开的花枝上摘下花朵，采后尽快加工。在中国西安采收的花穗，平均得油率约1.5%。

（盛诚桂）

Y

鸦片 见罂粟。

雅连 见黄连。

亚麻 (flax) 亚麻科亚麻属的一个种，学名*Linum usitatissimum* L.，一年生草本植物，是古老的韧皮纤维作物和油料作物。

起源与传播 多数学者认为亚麻起源于近东、地中海沿岸。早在5 000多年前的新石器时代，瑞士湖栖居民和古代埃及人，已经栽培亚麻并用其纤维纺织衣料，埃及各地的"木乃伊"也是用亚麻布包盖的。10世纪初，亚麻纤维已做为商品出现在欧洲市场。17世纪初，亚麻引到美洲。19世纪末纤维亚麻从欧洲传入日本。

1906年中国从日本引进纤维亚麻在东北地区试种。1925年开始大面积生产。主要分布在黑龙江和吉林两省。

特征特性 茎直立，高30～120厘米，上部有分枝。叶互生，全缘，无叶柄，下部叶片匙形，中部纺锤形，上部披针形。花着生于枝顶，聚伞花序。花漏斗状，有蓝、紫、白和粉红色。花萼、花瓣雄蕊各5枚，柱头5裂。子房球形，5室，每室有胚珠2个，果实为球状蒴果，顶端稍尖，直径0.5～1厘米。种子扁卵形，前端稍尖，弯曲，表面平滑，有光泽，黄、褐或白色。

亚麻属长日性植物，喜凉爽、湿润的气候。亚麻一生分为苗期、拟形期、快速生长期、开花期和成熟期，整个生育期为70～80天。种子发芽最低温度为1～3℃，最适宜温度为20～25℃。从播种到纤维工艺成熟一般要求≥5℃的有效积温1 500～1 700℃，到种子成熟要求1 600～1 800℃。营养生长与纤维发育期间的适宜温度为11～18℃，如平均气温超过22℃时，植株发育加快，现蕾开花提前，营养生长受影响，纤维产量低。亚麻快速生长阶段，需要充足的水分。4月至6月降水量100～150毫米为宜。降水量少于100毫米，土壤含水量低于20%时，往往叶片出现萎蔫，麻茎生长停滞，不仅产量低，而且纤维粗糙，品质差。亚麻要求肥沃、排水良好的微酸性或中性土壤，含盐量在0.2%以下的碱性土壤也可种植。

用途 亚麻纤维具有拉力强、柔软、细度好、导电弱、吸水散水快、膨胀率大等特点，可纺高支纱，制高级衣料。亚麻布刺绣可做高级装饰品。亚麻纤维还可织制各种粗细帆布、防水布、传送带等。80年代以来，全世界纺织原料中亚麻纤维约占2.5%。

亚麻种子含油35～45%，无氮浸出物22%，纤维素9%。亚麻油属于干性油脂，含灰分3%，水分8%，在－15～－30℃凝固。亚麻油含有亚麻酸、甘酸、甘烷酸、硬脂酸、软脂酸等，油质优良，营养价值高，可供食用、医药和工业原料用。亚麻籽饼是畜禽良好饲料。 （何裕昌）

亚麻病害 (flax diseases) 由真菌、细菌、病毒等的侵染，造成对亚麻的伤害。主要有亚麻炭疽病、亚麻立枯病、亚麻锈病、亚麻斑点病等。

亚麻炭疽病 *Colletotricum linicolum* 是中国亚麻产区的主要病害。病苗胚轴上有锈色或黄色的长条病斑，子叶边缘常形成下陷的半圆形病斑，呈黄褐色，斑中有轮纹，使子叶枯死。成株感病叶片产生暗褐色圆形病斑，茎上有褐色稍凹的溃疡斑。被害蒴果形成褐色圆形病斑，严重时麻株常成片死亡。轮作换茬、得当的田间管理，药剂拌种均可防治。

亚麻立枯病 *Rhizoctonia bolani* 世界各国均有发生。中国以东北麻区发生较重。幼苗感病，茎基部呈黄褐色条状斑痕，形成绞缢。导致麻株倒伏或立枯，造成田间缺苗断垄。防治方法是选用抗病品种、合理轮作和药剂拌种等。

亚麻锈病 *Melampsora lini* 世界各国均有发生。在中国主要发生在黑龙江省三江平原的老麻区。多雨年份亚麻生育后期发病较重。发病时先侵染上部叶片，后扩展到茎、花蕾及蒴果。被害部位多出现黄色或橙黄色圆形小斑点。茎部病斑呈褐色，后期为灰色或黑色。沤制加工后，斑痕仍留在纤维上，影响纤维品质。防治方法是，地区间引种时，作好检疫工作，选用抗病早熟品种，增施磷钾肥等。

亚麻斑点病 *Spharella linoriun* 又叫派斯莫病(Pasmo)。分布于美洲的阿根廷、美国，欧洲，南非等地，在中国内蒙古、东北各麻区也有发现。种子带病，幼苗出土到植株成熟均能受害。感病的嫩叶出现黄绿色或暗褐色圆形病斑，病叶干枯脱落。病斑扩展到全株茎、叶各部位，变褐枯干。发病严重时，叶片大部分脱落，使麻茎、种子减产，纤维品质差。选用抗病品种，轮作，药剂拌种等可防治。

（何裕昌）

亚麻虫害 (insect pests of flax) 由节肢动物，主要是昆虫的侵袭，造成对亚麻的损害。为害亚麻的主要害虫有草地螟、甘蓝夜蛾、粘虫、白边地老虎等。

草地螟 *Loxestege sticticalis*，又叫黄绿条螟，是一种杂食性害虫，不仅为害亚麻，还有害甜菜、大豆、高粱等作物。苏联、加拿大等国都有，中国各亚麻产区均有发生，但以东北的松嫩平原和三江平原麻区为害较重。在亚麻生长后期，幼虫暴食麻叶和嫩茎，重者吃成光秆。中国东北麻区一年发生两代，以老熟幼虫在土中作茧越冬。成虫白天多潜伏在杂草或作物下，傍晚或天黑活动，有趋光性。雌虫多在植株、杂草茂密的荫蔽处产卵，卵期3～4天。防治方法是在成虫产卵后期、孵化前，铲除地埂田间杂草或用药剂防治。

甘蓝夜蛾 *Mamestra brassicae*，又叫甘蓝夜盗虫，是在亚麻生育中后期为害较重的食叶性害虫。中国东北麻区一年发生两代，1～3龄幼虫昼夜食害亚麻。大发生时麻叶、嫩茎、花蕾食光。以蛹越冬。成虫有趋光性。在初发阶段用触杀或内吸杀虫剂可防治。

粘虫，又叫夜盗虫、五色虫、花花虫等。欧洲和亚洲均有分布。大发生时常把亚麻叶片、嫩茎、花蕾吃光。幼虫体色常有变化，一般为淡褐色，大发生时多为黑色。中国东北亚麻产区一年发生两代。成虫多于5月下旬出现，6月下旬为高峰期。成虫昼伏夜出，对糖、醋、酒的气味有很强的趋性，诱其在草把上产卵后，灭杀卵块。用糖醋诱杀成虫，幼虫盛发初期用药防治，效果均佳。

白边地老虎，主要分布于中国东北和内蒙古等地，是杂食性害虫。1～2龄幼虫为害嫩叶，3龄以后分散钻入麻苗附近的表土中，昼伏夜出，咬断嫩茎，或将被害苗拖入土穴中食用，造成缺苗断垄。中国黑龙江每年发生一代，以卵越冬，翌年4月上旬孵化，早期为害杂草，5月下旬至6月上旬为害亚麻。成虫对灯光、糖醋液趋性强。可用糖蜜或灯光诱杀成虫，用豆饼粉毒饵可诱杀幼虫。（何裕昌）

亚麻温水沤麻 (retting flax with warm water) 将收割后的亚麻植株浸在温水麻池中进行微生物发酵，以获取纤维的过程。沤麻的水温应保持30～32℃，pH值为6～7。温水沤麻在脱胶厂进行，能常年作业，不受季节影响，所获纤维品质优良。

温水沤麻麻茎发酵分以下阶段：①物理阶段。麻茎浸渍7～9小时，吸水膨胀，表皮开裂，含氮化合物、无机盐和各种色素溶于水中，麻池水液呈褐色，为好气性细菌积累了丰富的营养物质，同时也为嫌气性细菌进入茎内创造了条件。②生物阶段。此阶段有两个过程，水溶物质发酵过程：当麻茎浸渍7～9小时后，好气性马铃薯杆菌（*Bacillus mesentericum*）、枯草杆菌（*Bacillus subtilis*）、八联球菌（*Sarcina* sp.）等大量繁殖，使水溶液物质发酵，排出大量二氧化碳、氢气和有机酸，液面出现气泡，并形成一层白色薄膜，由于浸液内氧气逐渐减少，产生的气泡缓慢，浸液酸度增高，这段时间麻茎内部组织尚未发生变化。果胶物质发酵过程：当麻茎浸渍24小时后，嫌气性的费地梭状杆菌（*Clostridium felsineum*）和蚀果胶梭状杆菌（*C. pectinovorum*）大量繁殖，蚀果胶梭状杆菌在开始的前两昼夜数量多，两昼夜后，这种微生物多数消失。而费地梭状杆菌的数量显著增加，并侵入麻茎组织，分泌酵素分解果胶物质，使麻茎皮层的薄壁组织受到破坏，韧皮部与木质部分离，纤维束被分离出来，达到脱胶目的。

麻茎沤制的适度标准：一是取靠麻茎梢部为全长三分之二处折断，抽出麻骨时，皮骨易分离，不带纤维；二是用手指连续掐断麻茎时能发出清脆的响声。（刘恩贵）

亚麻纤维 (flax fiber) 亚麻纤维是初生韧皮纤维，以20～40个纤维束呈环状的纤维层均匀地分布在茎的韧皮部内。长纤维叫打成麻，短纤维叫二粗麻。亚麻纤维具有拉力强、柔软、细度好、吸水散水快等特点，可纺高支纱，织高档衣料。

纤维形态结构　亚麻单纤维为厚壁的长形细胞，先端尖锐，二端封闭而中空呈纺锤形，纤维有"×"形节。每束的纤维细胞数目一般15～20个，最多可达50个。单纤维细胞的横断面有圆形、椭圆形和多角形。一般茎下部多为椭圆形和圆形，茎中部为多角形。单纤维直径在15～25微米。单纤维越长，直径越小，纤维素含量越多，呈多角形，强度大，纺织价值高。

化学成分　亚麻纤维含有纤维素、木质素、果胶质、脂肪和蜡质等。精制的亚麻纤维大部分由纤维素组成，其含量为82.57%，木质素含量为3.65%，果胶质含量2.04%，脂肪与蜡质含量2.39%。

物理性能　主要指标有长度、细度、强度、弹性、重度和色泽等。

长度　亚麻单纤维长度，一般20毫米，直径20微米。纤维细胞愈长，则强力愈大，纺纱支数愈高，纤维细胞长度低于5毫米时，纤维间的抱合力不足，容易滑脱，使纱线断裂。

细度(分裂度)　指纤维束的可分裂性。细度决定于一束中单纤维的数目。纤维细度可用单位重量的长度毫克表示。一般为300～500毫米/毫克。在一定粗细的纱线截面中，纤维愈细，含有纤维的根数愈多，纤维彼此抱合面积愈大，因而增加成纱的强力。纤维愈细的纱线，其截面中纤维根数愈多，纱线的粗细不匀率也愈小。纤维愈细，捻度角也比较小，反射出来的光线强，故织物也富有光泽。

强度　即纤维单位截面积所承受的抗应力。以千克/克表示。亚麻纤维一般为15～30千克/克。强度的含义包括拉力和扭力，在纺织上，拉力大小与成纱的

拉力成正比，扭力就是纺纱时所承受的捻力。

弹性　纺织纤维材料受张力、压缩、扭转或弯曲等外力作用时，其形状或体积常发生变化，若该材料具有恢复原形的抵抗力，称弹性。弹性是纺织纤维原料品质的重要指标之一。亚麻纤维弹性和柔软性在纺织上用可挠度毫米单位来表示。一般在60～80毫米之间，低于60毫米的为粗硬，高于80毫米的属于柔软。

重度　单位体积纤维的重量，以克/立方厘米表示。每一纤维束中含的纤维根数多的，组织紧密，其重度就大，品质好，反之品质差。亚麻纤维的重度一般为1.5克/立方厘米。

色泽　亚麻纤维颜色有银灰、深灰、橙黄、黄及其他杂色等。银灰、深灰色纤维品质优良，其他颜色次之。色泽还包括光泽的内容。纤维有底光和浮光，一束纤维初看时光泽少，久观之能发现隐藏的光泽，为优质纤维。若初看纤维有光，久看光泽减弱者为劣质纤维。（刘恩贵　倪　禄）

亚麻栽培 (flax culture)　在选用良种基础上，从播种至收获采用系列农业技术措施，为亚麻正常生长发育创造良好的环境条件，以获得高产、优质的亚麻纤维。亚麻栽培主要有整地、施肥、播种、管理和收获等环节。

选地与整地　中国亚麻主产区的气候特点是十春九旱，多无灌溉条件。亚麻种子小，顶土能力差；种子发芽时需要吸收与本身重量相等的水分。土壤含水量达到田间最大持水量的70～80%，为亚麻发芽出苗的适宜土壤水分。亚麻宜选择地形平坦、土质肥沃、微酸性的黑土或黑油砂土地。前作以玉米、小麦或大豆为宜。整地要求平整细碎、上虚下实。春整地在土壤返浆时进行。秋翻的地在早春土壤化冻10厘米左右进行，要翻、耙、耢、压连续作业，以利保墒。

施肥　亚麻生育期短，需肥集中，应结合整地，施足基肥。播种时以化肥做种肥，注意化肥与种子隔开。氮、磷、钾的适宜配比，因土质不同而异，轻碱土为1:3:1；黑土2:1:1；白浆土2:1:1或1:2:1；黑粘土1:2:1。亚麻需钾肥较多，增施钾肥可增强亚麻的抗倒伏能力，提高亚麻的产量和品质。施用锌、锰、铜等微量元素亦能提高亚麻的品质。亚麻种子田，在开花期喷施硼肥，可增加种子的产量和粒重。

播种　中国亚麻播种时期各麻区不同，吉林麻区在4月中旬，黑龙江绥化以南4月下旬至5月上旬，绥化以北5月上中旬。此期当地的气温已稳定在7～8℃。整地质量好，土壤水分充足，播种后8～10天即可出苗。播种过早，温度低，出苗时间长，易遭冻害和罹病死苗。亚麻旺长期前又常易干旱。播种过晚，土壤墒情差、出苗不齐，生育中后期遇上高温多雨，麻茎徒长，易贪青倒伏，严重影响原茎的产量和质量以及出麻率低。

播种方法和播种量因地制宜。在土壤肥力较高的地块，宜采用7.5厘米的行距条播，每公顷播量100～120千克，每公顷留苗1 500万～1 800万株；土壤肥力中等的地块，行距在7.5～15厘米之间，每公顷播量95～100千克，留苗1 350万～1 500万株；肥力较低的地块用15厘米行距条播，公顷播量90～95千克，留苗1 200万～1 350万株。播种深度以3～4厘米为宜。播种后土壤墒情不足应进行镇压，以利全苗。

田间管理　黑龙江、吉林两省亚麻产区田间杂草种类多，密度大，以禾本科、蓼科和藜科杂草为主，单、双子叶杂草混生，是亚麻生产中一大危害，直接影响着亚麻的产量和品质。亚麻是平播密植作物，化学除草行之有效。同时要防治草地螟、粘虫等害虫。土壤水分不足时，应及时灌水。

收获　亚麻收获正逢雨季。适时收获，防止霉烂，是亚麻栽培中夺取亚麻丰产丰收、提高纤维品质的最后一个技术环节。收纤维的麻田，有1/3的蒴果（麻桃）变黄褐色，麻茎有1/3叶片脱落，麻茎的1/3变杏黄色，是收获适期。采收种子田的收获适期比收纤维的晚5～7天，即有2/3蒴果变黄褐色，就要及时收获。

（刘成朴　于先宝　倪　禄）

亚麻种质资源 (flax germplasm resources)　具有不同遗传物质的各种亚麻材料，包括地方品种、育成品种、突变种和近缘野生种等。

分类　亚麻属中就有100多个种，有一年生和多年生之分。多年生的多数是野生种，分布于热带和温带地区。栽培种是一年生的普通亚麻，苏联、日本等国将栽培品种分为5个类型，即纤维用类型、油用类型、纤油两用类型、大粒种型、半冬性多茎匍匐型。在欧洲，根据普通亚麻种子成熟时蒴果开裂与否，分为闭果亚麻 *L. usitatissimum vulgare* 和开果亚麻 *L. usitatissimum humile*。闭果亚麻又可分为冬亚麻和夏亚麻。冬亚麻在欧洲9月播种，越冬后翌年5月收获；夏亚麻在欧洲4月至5月播种，8月至9月收获。

中国栽培的普通亚麻 *Linum usitatissimum* L.，共分三种类型，即纤维用类型、油用类型和纤油两用类型（见图）。西北、华北把纤油两用亚麻和油用亚麻称胡麻。它们的主要特征特性是：①纤维用类型，茎秆细高，60～120厘米，直立，分茎弱或不分茎，植株顶部有少数分枝，花序小，单株蒴果少，种子小，千粒重3.8～4.5克。工艺长度（自子叶痕至第一分枝处的长度）最长。生育期70～80天。代表品种有华光1号、黑亚3号、黑亚4号等。②油用类型，植株矮（30～60厘米），茎秆粗壮，分茎能力强，顶部分枝多，花序大，单株蒴果多。种子分大小两种类型，小粒类型千粒重3～5克，大粒类型8～12克。生育期90～120天。代表

品种有二大桃胡麻、尚义大桃、喀什7331等。③纤油两用类型，茎秆粗细和高矮居中，茎秆高度50～80厘米，在植株子叶痕处有少量分茎，顶部分枝多，单株蒴果数也多。植株的形态特征及经济性状，处于纤维用和油用两者之间。生育期85～110天。代表品种有雁杂10号、晋亚2号、坝上499等。



不同类型的亚麻植株

分布在中国青海高原的野生亚麻，为多年生宿根亚麻 *Linum perenne* L.，茎直立、基部分茎多、叶形呈线形或披针形。分布在河北坝上的野生亚麻，分茎多、半匍匐、茎下部叶片呈匙形，中上部为披针形，也属于多年生宿根性亚麻。根据其染色体数目可分为两个种：一种是2n＝16～17的野生亚麻 *Linum grandifolium*；另一种是2n＝30的野生亚麻 *Linum angustifolium*。

鉴定与利用　至1981年中国已搜集整理的亚麻种质资源有570份，从50年代中期以来，先后进行了抗旱、抗倒、耐病等特性鉴定；充分利用特定的自然条件，研究亚麻各生育阶段对温、水、光、土等条件的反应和纤维含量。经鉴定表现良好的引进品种有Л-1120、瑞士10号、火炬、N-7、1288/12等，有的曾在生产上广泛栽培；有的是育成“黑亚”系统品种的亲本材料。

参考书目

黑龙江省农业科学院松花江农科所：《中国亚麻品种志》，农业出版社，北京，1981。

（刘成朴）

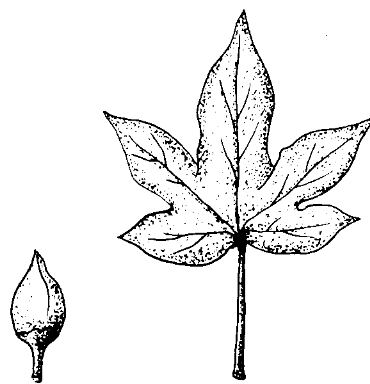
亚洲棉（Asiatic cotton）　二倍体栽培棉种之一，学名 *Gossypium arboreum* L.。染色体数2n＝2x＝26。因原产于印度次大陆，由亚洲人最早栽培，故称亚洲棉。

亚洲棉分为6个种系（race），即印度棉（Indicum）、中棉（Sinense）、缅甸棉（Burmanicum）、垂铃棉（cernum）、孟加拉棉（Bangalense）和苏丹棉（Soudanense）。其中印度棉、苏丹棉和缅甸棉的大部分为多年生，余均为一年生。

中国引种亚洲棉的历史久远，种植地区广泛，在长期的栽培过程中，产生了许多优良品种和不同的变异类型，从而形成了独特的中棉种系。所以中国是亚洲棉的次级起源中心之一。

栽培的亚洲棉均为一年生，植株较小，100厘米以下，叶小，生育期120天左右，其叶片、花冠、棉铃等形态具明显的特征（见**陆地棉**附表）。

亚洲棉的棉铃较小（见图），单铃子棉重约3克，种子较小，衣分为36～39%。因其抗旱、抗病虫能力较强，在多雨地区种植烂铃少，产量不高，但稳定。纤维虽短，但粗而强力大，弹性好，适于作手工纺纱的原料或机纺20支以下的低支纱，亦宜与羊毛混纺或混织地毯等。此外，可作絮棉用。在印度、巴基斯坦有一定种植面积。



亚洲棉的叶、铃形态特征

（汪若海）

轧花（cotton ginning）　用机械从子棉上轧下纤维，又称轧棉。轧下的纤维称**皮棉**。轧花机最早出现在印度和中国，中国元代《王祯农书》（1313年）已有“木棉搅车”的记载（见图1）。后来发展为皮辊轧花机，提高了轧花效率。1793年，E.惠特尼（Whitney）发明了锯齿轧花机，大幅度地提高了工效。

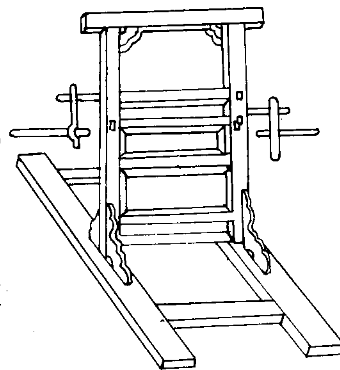


图1　木棉搅车

为保证轧花质量，供轧子棉的含水率应掌握在10%以下。对轧出的皮棉，在品级、长度、含杂率、疵点、黄根率、不孕子率、衣分亏损率及棉子毛头率等，都有具体规定与要求。

现在使用的轧花机，有皮辊机和锯齿机两种。皮辊

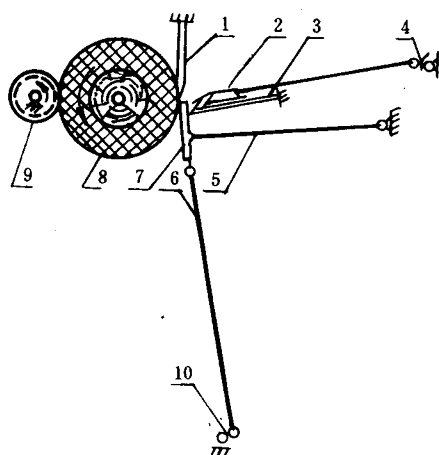


图 2 皮辊轧花机结构示意
1. 定刀; 2. 推花板; 3. 棉子栅; 4. 推花板曲轴; 5. 摔杆; 6. 连杆; 7. 动刀; 8. 皮辊; 9. 拨棉辊; 10. 动刀曲轴

轧花机，是在定刀对棉子的阻留和冲刀（动刀）的冲击下，棉纤维被转动的皮辊牵引从棉子上拉脱（见图 2）。

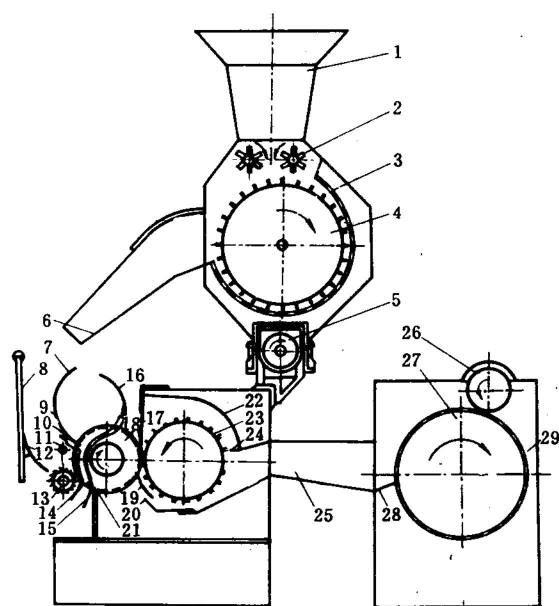


图 3 毛刷式锯齿轧花机结构示意
1. 盛花斗; 2. 喂花辊; 3. 排杂网; 4. 清花刺辊; 5. 排杂螺旋; 6. 淌花板; 7. 活动盖板; 8. 前围板; 9. 抱合板; 10. 棉子梳; 11. 拨花翼辊; 12. 导向板; 13. 拨花刺辊; 14. 阻壳肋条排; 15. 轧花肋条排; 16. 胸板; 17. 前挡风板; 18. 锯片滚筒; 19. 边挡风板; 20. 排杂调节板; 21. 挡杂板; 22. 毛刷罩壳; 23. 毛刷滚筒; 24. 后挡风板; 25. 皮棉道; 26. 压棉辊; 27. 集棉尘笼; 28. 挡风板; 29. 淌棉板

皮辊机不易轧断纤维，适于轧细绒棉和长绒棉，也适于少量棉样的试轧衣分使用。它的机体小，结构简单，造价低，但生产率低，能量消耗较多。

锯齿轧花机，通过转动的锯齿对纤维的钩拉和肋条对棉子的阻留，将棉纤维从棉子上拉脱（见图 3）。锯齿轧花机具有生产效率高、消耗动力少、轧出的皮棉含杂少、短绒率低、纤维整齐度高，并且机身紧凑，操作方便，停车率低等优点，已被广泛采用。但在轧花过程中损失的棉纤维稍多些，因而轧出的衣分率稍低。

经过轧花后，棉子上留下的短绒一般还占棉子重的12%左右。锯齿剥绒机可剥取到占棉子重7～10%的短绒。剥绒后的棉子可供榨油或选作种用。

（胡育昌）

烟草（tobacco） 茄科烟草属 *Nicotianal* L. 含有尼古丁(Nicotine)的叶用一年生作物。作为烟草工业的重要原料，将叶片采收后经过调制、分级、加工处理，制成卷烟、雪茄烟、斗烟、水烟、嚼烟及鼻烟等，供人嗜用；同时也是医药工业的原料之一，或直接浸泡作农药使用。

栽培历史和分布 人类使用烟草大约有1 500年的历史。公元432年，墨西哥恰帕斯州帕伦克(Palenque)的一座神殿里的浮雕上，有玛雅人在祭司典礼时以管吹烟和头人吸烟的雕像。另外在美国亚利桑那州北部发现，大约公元650年穴居在那里的印第安人遗留的烟斗中，有吸剩的烟丝。加勒比海沿岸地区的印第安人用一种叫tobago的管子吸烟，烟草的英文名tobacco即由此而来。印地安人于1519年开始，在墨西哥的尤卡坦半岛栽培烟草。1531年西班牙人在西印度群岛的海地种植烟草，随后传到葡萄牙和西班牙。法国驻葡萄牙大使詹·尼古塔(Jean Nicot)把烟草种子送给法国皇后，因之把烟草属名定为*Nicotiana*。以后随航海交通事业的发展，烟草逐渐传入各国。

世界烟草分布于60°N～45°S的地区。主产区在45°N～30°S之间。1980年前后，世界烟草面积400多万公顷，烟叶产量600万吨左右。其中**烤烟**面积大约160万公顷，产量250万吨左右。主产国有中国、美国、巴西、印度、加拿大、津巴布韦和日本。**白肋烟**面积约30万公顷，产量60万吨左右。主产国为美国、意大利、西班牙和南朝鲜。**香料烟**面积70多万公顷，产量80多万吨。主产国为苏联、土耳其、保加利亚和希腊。

中国烟草是在明朝万历年间(1573～1620年)引入的，最早种植的是**晒晾烟**，迄今已有300～400年的历史。1900年和1910年分别在台湾和山东省试种烤烟，50年代引进香料烟和白肋烟，80年代引进马里兰烟。中国烟草分布在75°E～134°E、18°N～50°N的地区，从滨海平原到海拔2 000米以上的高山地区都有种植。

1949年，中国烤烟只有6万多公顷，总产4万多

吨。随着卷烟工业的发展，烤烟种植面积迅速扩展。从50年代中期到70年代中期，烤烟面积大多在30万公顷左右。70年代中后期，面积发展到50万公顷左右，总产80万吨以上，面积和总产均居世界首位。80年代中国烤烟生产又有新发展，1984年烤烟面积和产量均占世界烤烟的40%左右。分布比较集中，主产区有河南、山东、云南、贵州，其次为安徽、湖南、湖北、四川、陕西、黑龙江等省。

晒晾烟种植比较分散，50年代初曾有较快发展，面积达24万多公顷，产量达22万多吨。由于消费者习惯变化等原因，30余年来晒晾烟面积和产量减少。白肋烟有所发展。70年代末期，晒晾烟总面积基本稳定在16万公顷，产量17万多吨，占全国烟叶总产量的16%。晒晾烟主产区有四川、贵州、湖南、湖北、云南、黑龙江等省。白肋烟主要分布在鄂西、川东一带。

起源和分类　1954年T. H. 古德斯皮德（Goodspeed）将早期鉴定烟草属的64个物种分为黄花烟（*Rustica*）、普通烟（*Tabacum*）和碧冬烟（*Petunioids*）3个亚属、14个组。

1975和1976年又发现两个新种：一个原产西南非洲的*N. africana*，暂置于碧冬亚属；另一个原产南美洲*N. kawakamii*，可归属普通烟亚属的*Tomentosae*组，现在烟草属有66个物种。

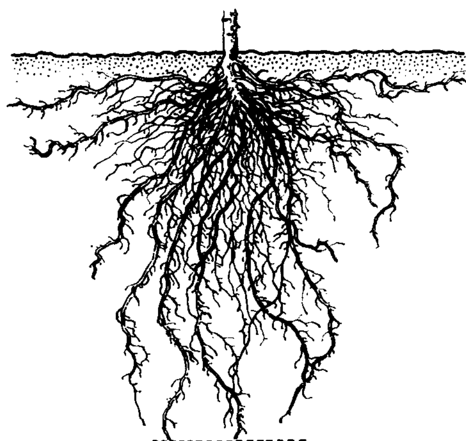
以古德斯皮德为首的一批学者经过50多年的研究，将烟草属植物的演化分为三个阶段。第一阶段，原始祖先分化为三个不同的类群，其染色体数均为$2n=2x=12$。第二个阶段，通过杂种染色体数目的自然加倍，使不同类群基组合并成$2n=4x=24$的双二倍体，形成古普通烟、古黄花烟和古碧冬烟。第三个阶段，由$2n=24$的古烟发生基因突变或染色体畸变，形成$2n=24$的现代种；染色体数自然加倍，形成$2n=48$的双倍体现代种；或者变成染色体的丢失，由$2n=24$的整倍体，演变成$2n=18$、32、38、42……等非整倍体的现代种。

烟草属在进化过程中各物种之间的亲缘关系错综复杂，普通烟亚属和黄花烟亚属各个物种的亲缘关系较近；碧冬烟亚属各个物种与前两个亚属的亲缘关系较远；但这三个亚属的各组多数是通过组间杂交形成的，所以组间差别不很明显。

烟草栽培种有两个，一种为普通烟草*N. tabacum* L.，又名红花烟草，是世界上的主要栽培种；一种为黄花烟草*N. rustica* L.，苏联和印度栽种较多，中国新疆、甘肃等地有少量栽培。这两个种原产于南美洲，其祖先分布在厄瓜多尔、玻利维亚直到阿根廷的安第斯山山脉一带，都是自然杂交的双"二倍体"。普通烟草（$2n=24$）是林烟草*N. sylvestris* Spegazzini（$2n=12$）×绒毛状烟草*N. tomentosiformis* Goodspeed（$2n=12$）杂交后，自然加倍的异源四倍体。杂种本质决定其对环境的适应性及后代的多样性，同时又富敏感性，即使气候、土壤和栽培法有一点不同，烟叶品质也会发生改变。黄花烟草（$2n=24$）可能是圆锥烟草*N. paniculata* L.（$2n=12$）×波叶烟草*N. undulata* Ruizand Pavon（$2n=12$）杂交后自然加倍的四倍体。

野生种印度烟草*N. bigelovii* (Torrey) Watson、渐狭叶烟草*N. attenuata* Torrey ex Watson和沙漠烟草*N. trigonophylla* Donal曾被美洲印第安人吸用过。花烟草*N. alata* Link and Otta和粉蓝烟草*N. glauca* Graham等可做观赏植物。

形态特征　普通烟草株高1～3米。直根系，但主根不明显。侧根和不定根是根系的主要成分。深可达150厘米左右，根系的80%分布在0～40厘米的土层中（图1）。茎直立，除白肋烟的茎呈乳白色至黄绿色外，其余为绿色，烟草的每个叶腋都可萌发腋芽，腋芽都可长成分枝。


图 1　烟草的根

叶互生，螺旋状排列，左旋和右旋，一般叶序是2/5、3/8或5/13（分子为旋转圈数，分母为叶片数）。多数普通烟草品种无叶柄，叶基部同茎联接处呈耳状侧翼，也称叶耳。烟草的叶形有椭圆、宽椭圆形、长椭圆形、宽卵圆形、卵圆形、长卵圆形、披针形和心脏形8种，多为绿色，叶色深浅因品种和栽培措施不同而异。

聚伞花序，花萼钟形，花冠管状漏斗形，由5个花瓣联合而成。花冠多数为粉红色，雄蕊5枚，花丝4长1短，花药肾形，由4个花粉囊构成，成熟时连通成二室。雌蕊1个，花柱细长，柱头膨大，自花授粉。蒴果，卵圆形，成熟时花萼宿存，一般内含2 000～3 000粒种子，种子很小，每克约有1万～1.5万粒。淡褐至深褐色，表面有凹凸不平的网状花纹，形状不规则。

黄花烟草株高1米以下，茎矮小，叶呈心脏形，叶长为叶宽的1～1.5倍，最宽处在基部。叶基近中脉处凹陷，叶较厚、叶柄明显。花色浅黄至微绿色，种子

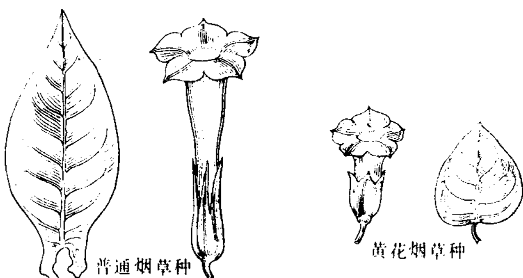


图 2 两个烟草栽培种的花和叶

较普通烟草大而重。

普通烟草和黄花烟草的叶、茎、花和果上都有多细胞的被毛。根据形态和功能可分为保护毛和腺毛两类。腺毛细胞能合成、分泌树胶和树脂渗出物。香料烟的香气量与叶表面单位面积内腺毛的密度成正相关。

生物学特性 烟草生长发育分为苗床和大田两阶段。苗床阶段60天左右，大田阶段120天左右。烟苗移栽后经历还苗、伸根、旺长、成熟四个时期。留种烟株从移栽到现蕾45～60天，现蕾至开花约10天，从开花至果实成熟30天左右。

烟草是自花授粉作物，但天然杂交率较高，常超过3%。白天开花数约占全日开花数的80%，从夜间9时到翌晨4时几乎不开花。烟草易生不定根。烟根除具有植物根的一般功能外，还能合成尼古丁。生长越旺盛，新生根越多，合成的尼古丁也越多。

烟草对环境条件的要求是喜温、喜光、耐旱、怕涝、耐瘠薄和需钾量较多。

温度 烟草生育最适温度22～28℃，烤烟生长适宜的日平均气温，大田前期为17～19℃，成熟期为20～25℃；需≥10℃活动积温，苗床期是950～1 100℃；大田期是2 200～2 600℃。烤烟成熟期要求≥20℃的日平均气温能持续70天以上。

光照 烟草适宜充足而不强烈的光照。大田生长期要求日照500小时以上，其中成熟期日照要求280小时以上。烟草的需光量因生育期而不同，一般苗期的饱和点在1万勒克斯左右，大田阶段3万～5万勒克斯，大田期在3万～5万勒克斯，是烟草顺利生长所需的最低界限。

水分 烟草需水量大，体内水分占全株鲜重68～80%。旺长期的叶片含水高达90～93%，成熟期叶片含水也在88%以上。一般生产1千克干烟叶需水1 700～1 900千克。移栽还苗后伸根期耗水量占全大田期10%左右，旺长期占55%，烟草大田生长降水应为350～450毫米，其中成熟期为100～150毫米。烟草遇旱、遇涝都会影响烟叶的质量和产量，烟田渍涝会导致烟株萎蔫死亡。

综合利用 烟叶除作为烟草工业的原料外，其副产品可制成杀虫剂；烟茎中的纤维素和木质素，可压成纤维板，干馏制成活性炭；烟叶加工过程中的烟末，可制成烟草薄片。从烟叶中还能提取蛋白质，一般有两种方法：一是叶蛋白提取法，以提取叶蛋白质供医药、食品和饲料用为主，提供制烟原料为辅；二是均质烟叶调制法，提取蛋白质后的烟叶仍以制作烟草原料为主，提取蛋白质为辅。这两种提取法均已进入工厂试验阶段，尚未达到大规模生产。提取过蛋白质的烟叶，所含有害人体健康的成分可以大量减少。

参考书目

中国农业科学院烟草研究所主编：《中国烟草栽培学》，上海科技出版社，上海，1986。

Wolf, F. A., *Aromatic or Oriental Tobaccos*, Duke University Press, 1962.

（陈瑞泰）

烟草病害 (tobacco diseases) 烟草在整个生育过程中，随时可遭受寄生性和非寄生性病原的为害。寄生性病害的病原有真菌、细菌、病毒、类菌质体、线虫、种子植物。非寄生性病害因受气候、污染和营养元素缺乏所致。全世界烟草病害约80种，在中国已知有30多种。病害在烟草生产中为害严重，如1960年中欧因霜霉病损失2 500万美元；在中国烟草黄瓜花叶病发生严重年份，减产30～50%，品质下降1～2个等级，许多产量、质量均佳的烟草品种，常因不抗病或不耐病而不能种植。

寄生性病害 世界各产烟国因自然条件不同，病害种类和为害程度也不同。中国烟区为害最重的是黑胫病、褐斑病、烟草普通花叶病和烟草黄瓜花叶病，其次是炭疽病，再次是蛙眼病、白粉病、青枯病、脉斑病和根结线虫。另外还有野火病、角斑病、曲叶病毒和甜菜曲顶病毒以及上述病毒的混合侵染症等。

真菌病害

黑胫病菌 *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* 其症状为：根呈黑褐，茎基变黑，沿茎上延，高达33厘米以上，病茎髓心变黑褐，干缩后呈碟片状；叶片萎蔫，产生近圆形大块斑，并沿主脉扩及主茎，造成"腰烂"，全株死亡。此菌在土壤中病株残体上以菌丝体与厚垣孢子越冬。带病土壤、雨水、灌溉水、肥料及病苗均是每年初侵染的重要菌源。主要分布于山东、河南、安徽、四川、云南、贵州、辽宁、湖南和陕西等省。

褐斑病菌又称赤星病菌 *Alternaria alternata* 先在下部叶片酿成水渍状圆斑，逐渐扩大到1～3厘米，中心变褐色，死组织内常出现同心轮纹，并有鲜黄色晕圈环绕病斑。在叶中脉、花梗和蒴果上可酿致大量深褐或黑色小斑点。叶斑中心有深褐或黑色粉末状覆盖物，病原在烟茎、病株残体和已死杂草上越冬。第

二年产生孢子，侵染烟株下部叶片；病斑上产生的分生孢子，借风雨传播，形成第二次侵染，各主要烟区均有发生。

炭疽病菌 *Colletotrichum nicotianae*、*C. destructivum* 和 *C. tabacum* 在叶片上先酿成水渍状暗绿色针头小点，很快扩大为 2～5 毫米的圆斑，病部凹陷，呈白、黄或褐色，边缘明显并稍隆起呈赤褐色；在中脉侧脉，叶柄和茎上呈长纺锤形、黑褐色、病斑开裂凹陷。发病严重时，病苗成片枯焦，似被火烘，病菌可随同病株残体在土壤和肥料中越冬，带病蒴果产生的种子，其表面沾附病菌分生孢子，内部可能潜伏菌丝体，都是侵染源，大田病源主要来自病苗。主要烟区均有发生。

蛙眼病菌 *Cercospora nicotianae* 在叶片上酿成羊皮纸状圆形病斑，直径2～15毫米，褐色、茶色或污灰色，具窄狭深褐色边缘；病斑中央散布着由分生孢子和短分生孢子梗组成的微小黑点，状如蛙眼。采收前两三天受侵染的叶片，进入烤房后会发生绿斑或黑斑，严重降低烟叶品质。在土壤内病株残体上越冬的病菌是初侵染源，病苗是大田病害来源之一，当年病斑上产生的分生孢子，借风雨传播，主要烟区均有发生。

白粉病菌 *Erysiphe cichoracearum* 是专性寄生菌。它在烟叶表面、背面或茎上，着生一层白粉；叶背面出现毯状斑块，叶表面出现褐斑。受害严重时，全株叶片干枯，此菌分生孢子成熟后，从梗上脱落，随风、雨和昆虫传播，病原以子囊壳或病株残体上的菌丝在土壤中越冬。此病多发生于中国南方烟区，黄淮和东北烟区也时有发生。

细菌病害 青枯病菌 *Pseudomonas solanacearium* 病株茎的一侧出现黑条斑，位于条斑范围内全叶片或叶片一侧萎蔫，继而全株迅速枯萎，但叶片仍保持绿色；病茎维管束变成黄褐或黑褐色，如将茎部横切并挤压伤口，从导管中会渗出黄白色乳状粘液。青枯病的初侵染源主要是腐生在寄主腐烂组织里，堆肥和土壤里的细菌，借排灌水、污染的堆肥、病苗和人畜或生产工具所带病土传播。是中国南方烟区的主要病害。

病毒病害 烟草普通花叶病毒（TMV）和烟草黄瓜花叶病毒（CMV）均造成叶片上深浅绿色镶嵌的花叶，严重时可致病株矮化，烟叶变形。两病的叶部症状不易区分；由CMV侵染的病叶基部呈革质，发暗，无光泽，质脆而粗糙。在65～70℃，10分钟即失掉活性；而TMV则为93℃，10分钟才失掉活性。前者主要由蚜虫传播，后者主要由接触摩擦传染，两病在各烟区均发生。

脉斑病毒 病原是马铃薯病毒y（PVY），酿制扩展中的叶片出现似烟草花叶病的斑驳，小叶脉间颜色变淡，叶脉两侧保留深绿色带状斑。脉斑病毒加热到42℃，10分钟失掉活力。蚜虫是主要传染媒介。据调查，病株除脉斑病症外，还伴以叶脉坏死，PVY病重株系，被CMV和PVY复合感染，对PVY易感病的烟草品种均呈现这种症状，发病率一般3.5～12%。各主要烟区均有发生。

烟草曲叶病毒（TLCV） 酿成的最明显症状是叶背面形成耳状突起，叶片皱缩，叶面凹凸不平，叶缘向背面卷曲，叶片僵化变脆，叶色深绿，叶脉黑色，传播媒介是粉虱（Bemisia tabaci Gennadius）。云南、福建、广东和台湾发生较普遍。

根结线虫 *Meloidogyne incognita* 侵入烟株根部，导致烟株变黄矮化，叶片自上而下依次变黑下垂，中下部叶片的叶尖和叶缘坏死；根部形成许多大小不一的肿瘤，根结线虫主要由人，病苗，病土和灌、排水传播。河南、山东、安徽、云南、广东和台湾等省均有发生。

非寄生性病害 由于寒冷所致，烟草幼苗变形呈苍白色，生长点变白色；生长末期受冻，烟叶烤后呈青色；暴风雨冲伤后，烟叶背面呈赤褐色雨斑；冰雹打伤，形成灰色下陷斑痕，叶片撕裂；干旱使叶片形成褐红斑，周围黄色，进而形成不规格的死斑块，叶背面日灼后，形成不定形枯死区；根部被淹 1～2 天，功能停止，烟株萎蔫，叶片松软下垂，而后干枯，不脱落。烟叶接近收获时，受空气臭氧影响表面出现1～3毫米的褐或黑色斑，有时转变成灰白或白色斑，严重时彼此联并，被害组织脱落，形成穿孔。

此外还有缺素生理病害（见**烟草施肥**）。

防治措施 要贯彻以预防为主，综合防治的方针。选育、利用抗病和耐病品种，特别是抗多种病害的品种，实行轮作，加强田间管理，药剂防治、生物防治等措施。

参考书目

G. B. Lucas, *Diseases of Tobacco*. Harold E. Par.er and Sons, Printers, USA, 1975.

（陈瑞泰）

烟草虫害 (insect pests of tobacco)

烟草虫害很多，因地区自然条件不同，发生的种类和危害程度也不同。害虫在烟草生育期间，造成不同程度的损失。中国为害烟草的昆虫分属于 6 个目、28个科，约120多种害虫。其中为害比较严重的有 8 种，有食根的非洲蝼蛄；食茎的小地老虎，烟蛀茎蛾 *Gnorimoschema helliopa* Lawer；食叶的烟草夜蛾 *Chloridea assulta*，烟潜叶蛾 *Gnorimoschema pertulella* 和斜纹夜蛾 *Prodenia litura*；吸食烟株汁液的烟蚜 *Myzus persicae* 和烟蓟马以及蛞蝓。

烟蛀茎蛾 幼虫俗名大脖子虫。分布于广东、广

西、湖南、云南、贵州、江西和台湾等省(自治区)。每年发生代数,因地而异,如云南为4～5代,江西约5代,广西为6～7代,当烟苗仅有5～6片真叶时,茎部幼嫩,幼虫侵入后肿大成瘿,叶片停止生长,形成小而厚的簇生心叶,进入旺长期以后,在茎内蛀食髓部,烟株生长缓慢,显著矮小。

烟草夜蛾　幼虫称烟青虫。各烟区均有发生,每年发生代数:东北为两代,山东、河南、安徽3～4代,云南、贵州4～5代,四川5～6代。第一代主要为害春烟,二代为害春烟和夏烟,三代为害春烟花果与夏烟,四代为害夏烟的叶、花和果实。初龄幼虫食叶肉仅留表皮或蛀食成小孔,三龄后取食叶片和嫩茎,被害烟叶轻则有大小孔洞,重则叶片全被吃光,仅留叶脉。幼虫钻入嫩果后蛀食种子,严重时仅留外壳。

烟潜叶蛾　又名马铃薯块茎蛾。主要分布于甘肃、四川、贵州、云南、广西、陕西、湖北、湖南和台湾等省(自治区)。一年发生代数:云南、贵州4～5代,四川6～9代,湖南7代左右。第一代幼虫出现时正值烟草移栽期,二代以后,均以食害大田幼株为主,初龄幼虫可蛀入叶片内部,蛀食叶肉,形成白色蛀道,后逐渐扩大,成深褐色。幼虫主要在嫩茎内潜食,致使生长缓慢或死亡;侵害成株,多在底叶蛀食叶肉,被蛀叶仅留上下表皮,最后黄萎干枯。

斜纹夜蛾　又名夜盗虫。分布普遍,每年发生代数:山东3～4代,安徽5代,广东9代。初孵化幼虫群栖于烟叶背面,取食叶片下表皮和叶肉,被害叶呈半透明状小孔,2龄幼虫开始分散就食,烟叶呈缺刻状。

烟蚜　分布遍及全世界,中国各烟区均有发生。山东、河南烟区一年可发生24～28代。多在烟株顶部嫩叶背面、叶柄上和花蕾为害,吸食汁液,并排出"蜜露";被害部分生长受阻,叶片扭曲变形,严重时烟株矮化,对烟叶产量、质量影响极大。蚜虫还可传播多种病毒病。

烟蓟马　烟区普遍发生。每年发生1～9代,各地不一,若虫孵化后以口器穿破叶片表皮,吸取汁液,致使叶面呈现银白色下陷的小斑点,烟苗生长缓慢;如生长点遭破坏,叶片肥大肿起、畸形;花期主要为害花蕊和子房,影响种子发育成熟。

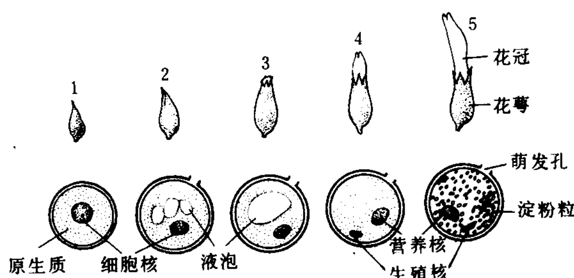
防治措施:应加强预测预报,并采用轮作、冬耕、灌水、药剂、捕杀成虫、生物防治、抗虫品种的综合防治法。在抗虫育种方面,国外近几年已在烟属中找到*N. gossel*, *N. hesp-eris*, *N. umbratica*, *N. palmeri*, *N. petunioides*和*N. fragrans*6个野生种和T1-1112抗烟蚜品系,并育成抗烟草天蛾 *Manduca sexfa* (L.)的烟草品系1-35。不过由于该品系的品质不好,还不能用于生产。

(陈瑞泰)

烟草单倍体育种 (haploid breeding of tobacco)　烟草杂种花粉细胞,在适宜条件下分化,发育成单倍体植株,再经染色体加倍而成纯合双倍体,遗传性稳定,能缩短培育新品种的年限。

20世纪70年代,单倍体育种首先在烟草上获得成功,中国用单倍体育种法选出单育1号、单育3号、皖烟1号等品种,并在生产上应用;同期日本选出MC101、F106、F107等品种。

单倍体植株的培养　培养花粉单倍体植株,通常是以杂种一代的花药为材料。诱导花粉出苗的关键在于掌握适宜的花粉发育时期,适宜的培养基和培养温度。培养基是花粉赖以发育成苗的外界因素,包括大量无机盐、微量元素、维生素类、蔗糖等。Nitsch H (1969)培养基是效果较好的烟草花药培养基。适于培养的花粉发育时期,是细胞处于单核靠边后期,此时烟草花蕾的外部特征是花冠刚露出花萼或者二者齐平。(见图),在无菌条件下将花药接种到预先制备的培养基上,然后置于28℃左右的温度下培养。培养3个星期左右,即可在花药的裂开处看到微带乳黄色的胚状体,胚状体受光变绿,逐渐发育成单倍体小苗。



不同发育时期花粉与花蕾的对照
(3个花粉培养的适期)

染色体加倍　烟草花粉单倍体植株,是由单性细胞发育而成的,染色体数目只有正常双倍体植株的一半(n=24),在有性生殖过程中,不能正常进行减数分裂,虽能开花但不能结实。须使单倍体植株的染色体数加倍,才能获得能育的纯合双倍体(2n=24II)。染色体加倍方法通常是用秋水仙素溶液浸泡小苗。据中国农业科学院烟草研究所十几年平均加倍率的统计,用0.2%秋水仙素处理小苗的加倍率总平均为37.5%,在24～96小时范围内,随处理时间延长加倍率逐渐提高。

选择与鉴定　以花粉培育出的植株,是用具有高度杂合性的杂种的花粉培养而成,因而其一代群体表现出繁多的性状分离,这是进行选择的基础,也是选得优良株系的关键时期。又由于花粉培育的植株是经染色体加倍而成的纯合体,从一代选出的后代不再分离,是遗传性稳定的品系,因而即可直接参加产量、品质和其它农艺性状的鉴定。

(骆启章)

烟草底烘 (senescence of lower leaves of tobacco)　烟株下部叶片不到正常成熟期就提前发黄枯萎的现象。当烟株生理机能同环境条件失调时，下部叶片的大量养分向上输送，分解作用加强，干物质含量降低，进而变黄枯萎。在烟田密度过大，生长过旺、光照不足或在旱、涝等情况下，下部叶片的光合能力弱，而消耗有机物质的呼吸作用却照常进行，使叶片处于饥饿状态，淀粉转化为糖，蛋白质与叶绿素被分解、破坏，叶片变黄枯萎。防止底烘要合理安排密度和栽植方式，防止烟田荫蔽；合理施肥，及时灌溉或排水。已经发生底烘的烟田，要及早采收，改善田间通风透光条件，防止底烘扩展。

（洪其琨）

烟草抗病育种 (breeding tobacco for disease resistance)　**烟草**分布地域广，病害多，一些严重病害难以和不宜用药剂防治，选育抗病品种是经济有效的防病途径。20世纪40年代以来烟草育种，实际上是以抗病育种为中心展开的。

概况　早期，由于受栽培种内抗源的限制，育种成效不大。后来，发现烟属中一些野生种对各种病害的抗性，扩充了抗源，使育种工作有了新的进展，通过种间杂交，选育出优质、高产、抗病的品种。60年代，美国从单一抗性向多抗性发展，当时育成的 NC 95和 Speight G_{28}都能兼抗黑胫病、青枯病、根结线虫病并耐赤星病。

50年代初，中国通过对国外引进品种的鉴定，选用了抗黑胫病的牛津一号(Oxford-1)和牛津4号(Oxford-4)。在广泛征集烟草地方品种的基础上，先后鉴定并选出一些抗病的地方品种，如抗黑胫病的大平板、大金星，对白粉病免疫的晒烟品种塘蓬，抗赤星病的净叶黄等，为抗病育种提供了种质资源。通过品种间杂交，在1960年前后育成了抗黑胫病的黔福 1 号和抗普通烟草花叶病的辽烟 1 号等，随后又陆续育成许金1号、春雷 3 号、革新 3 号、辽烟 8 号等抗病品种。

抗源　**包括普通烟**种内抗源和烟属野生种的抗源。早期利用普通烟草种内抗病性的例子，是从两个**雪茄烟**品种的杂交后代中选出抗黑胫病的弗洛里德301(Florida 301)。为了扩充抗源，从中南美洲安第斯山脉搜集了许多古老的原始类型，发现一些重要的抗病材料，如抗青枯病的T I 448A、抗根结线虫病的T I 706，抗普通烟草花叶病的Ambalema等。但是由于这些抗病材料只有中等抗病性，而且产量低、烟叶品质差，以它们为亲本育成的品种，大多农艺性状较差，如抗黑胫病的牛津 1 号、牛津 2 号、牛津 3 号、牛津 4 号、维斯塔47(Vesta 47)、维斯塔64和迪克西·布赖特101(Dixie Bright 101)等。贵州春雷 3 号也是上述材料的间接后裔。遗传学研究表明，来源于普通烟草种内的抗病材料，除Ambalema的花叶病抗性受两个隐性重叠基因支配外，其余材料的抗性多是受多基因支配的数量性状，抗病基因常与低产、劣质基因存在连锁关系。

为了克服普通烟草种内抗病性差的缺点，将发掘抗源的工作转向烟属的某些野生种。烟属的野生种中，许多具有由显性单基因支配的抗病性，而且许多是免疫型的或高抗型的。首先获得成功的例子是将*N. glutinosa* L. 由显性单基因支配的抗普通烟草花叶病的性能（枯斑反应）转移给香料烟品种沙姆逊（Samsun），后又将沙姆逊的显性单基因抗性转移给"K Y"号系列的白肋烟品种，K Y 56是其中的一个。抗普通烟草花叶病的品种辽烟 8 号等，就是以K Y 56为亲本育成的。美国已鉴定的烟草属60多个种中，有54个种对某些烟草病害具有抗性，有的已转移到普通烟草并选出烟草栽培品种，如 *N. longiflora* Cavanilles 抗野火病和角斑病，*N. repanda* 抗花叶病，*N. debneyi* Domin抗根黑腐病和霜霉病，*N. plumbaginifolia* Viviani 抗黑胫病，*N. megalosiphon* Heurck and Mueller 抗根结线虫病等。

转移抗性的回交法　回交是转移抗病性的最有效方法。由于野生种与普通烟草亲缘关系远，往往杂种不育，需将种间杂种加倍成双倍体，使杂种可育，然后用普通烟草作为回交亲本连续同杂种回交，直到回交子代恢复了普通烟草固有的农艺性状，并表达新获得的抗病性为止。一般种间回交需要进行8～10次。如果需要转移的抗病性属于隐性遗传，应使每次回交的子代自交一次，等抗病的隐性纯合体在自交子代群体内分离出来后，才能把它们选出与普通烟草回交。

抗病性在普通烟草种内的回交转移，比种间转移简单，因为没有杂交不孕和杂种不育的问题，亲本之间共同点多，回交子代容易恢复回交亲本的性状，常只需回交三四次，就可自交分离。由于普通烟草的抗病性常是受多基因支配的，易与低产、劣质基因连锁。因此回交过程中必须在保持抗病性的同时，重视对回交子代的产量和品质的选择。

选育材料的**抗病性鉴定**，通常是采用筛选法，将它们栽培在人工接种或自然发病的环境内，直接经受病害的检验。为使抗病鉴定结果准确并缩短育种年限，可把抗病鉴定工作置于人工控制的温室内进行，一年鉴定几次，结果可靠，而且便于作多抗性的选育与鉴定。

（骆启章）

烟草类型 (types of tobacco)　依据生物学性状、调制方法和烟草品质特点划分烟草类别。不同类型的烟叶是不同品种、不同栽培和调制方法综合作用的结果，其外观性状、化学成分或烟气特点都有明显差别。烟草工业根据不同类型的特点，进行加工调

配，制成具有不同特点的烟草制品，满足人们吸食嗜好的需要。

由于烟草生物学性状的易变性、栽培调制方法的多样性和烟叶品质的复杂性，以及各国烟草资源、种植历史、生产规模等差别，烟草类型的划分繁简不一。国外，一般根据调制方法将烟草分为**烤烟、晾烟、晒烟、熏烟**(明火烤烟)四大类；根据调制后的烟叶颜色，分为浅色和深色两种，还根据原产地或生物学性状分为若干类型，如弗吉尼亚型(烤烟)、东方型(深色晒晾烟)、**马里兰型和白肋型**(浅色晾烟)等。中国将烟草划分为六个类型，其中，除**黄花烟**外，都属普通烟草种。

烤烟　又称弗吉尼亚型烟。最主要的烟草类型，是烤烟型卷烟和混合型卷烟的主要原料。叶片自下而上成熟，分次采收，在特设的烤房内烤制。烤后烟叶化学成分的特点是含糖量较高，蛋白质含量较低，尼古丁含量中等。品质以腰叶最好。

晒烟　是利用阳光曝晒调制的类型。除作斗烟、旱烟、水烟和鼻烟外，还可作为雪茄芯叶和卷烟配料等。中国根据晒后烟叶颜色不同分为晒红烟和晒黄烟；根据晒制工具不同分为索晒烟和摺晒烟。中国晒烟是仅次于烤烟的第二大类型，并以晒红烟为大宗。晒红烟单株叶数较少，叶片较厚，分次或一次采收，以顶部叶片质量最佳，烟叶含糖量较低，蛋白质和尼古丁含量较高，烟味浓、劲头大。晒黄烟对环境条件的要求以及烟叶的外观特征和化学成分较接近烤烟。

晾烟　指除白肋烟以外所有晾制的烟草，包括雪茄包叶烟、马里兰烟和其他传统晾烟，都用晾房晾制。雪茄包叶烟是一种深色晾烟，通常采用遮荫栽培。叶片宽，叶片晾制后薄而轻，叶脉细，弹性好，灰褐色或褐色，颜色均匀。马里兰烟是一种淡色晾烟；其特点阴燃持火力好，中性芳香，尼古丁和焦油含量均较低，用于混合型卷烟。中国的传统性晾烟有广西武鸣和云南永胜等地的晾烟，面积很小。

白肋烟　茎秆和叶片主脉呈乳白色，叶片黄绿色，叶绿素含量为正常绿色烟草的三分之一。叶片成熟集中。分次采收或整株采收，用晾房晾制。尼古丁和总氮含量比烤烟高，含糖量较低；叶片较薄，弹性强，组织疏松，填充性好，有良好的吸料能力，是混合型卷烟的重要原料。

香料烟　又称土耳其烟或东方型烟，株形瘦小，叶片较多而小，宽卵圆形或心脏形，有柄或无柄。分次采收，调制方法是先晾后晒，晒干叶片呈深黄或棕褐色，所含糖、氮、蛋白质等化学成分介于烤烟与白肋烟之间，尼古丁和焦油含量较低，气味芳香，是晒烟型卷烟的主要原料，也是混合型卷烟必需的调香原料。

黄花烟　最古老的栽培类型。苏联称为马合烟。同其他烟草类型的根本区别，在于它在植物分类上属不同的种，生物学性状差别很大。叶片小、卵圆形或心脏形，有叶柄，花色绿黄，种子较大。调制方法是晒制。烟叶含糖量较低，总氮和蛋白质含量较高，尼古丁含量达4～10%，烟味浓烈。主要用作水烟、旱烟或斗烟。（骆启章）

烟草良种繁育（seed production of tobacco）　**烟草**容易发生**种子**混杂和杂交**变异**，导致种性退化，须在种子繁殖中采用科学的技术措施和管理制度，才能保持良种种性，为生产提供优质种子，充分发挥良种的经济效益。

繁育体制　世界烟草生产国一般建立各自的良种繁育体制。多数国家实行严格管理的种子生产专业化，农户不自行留种。种子繁殖单位或个人要经批准，持有经营证书才能繁殖，并有种子质量检验制度。美国一般由育种者提供已注册的纯原种，由作物改良协会售给持有证书的种子生产者，种子检验合格后，供农户选购。加拿大规定烟农不得自留种子，否则不收购烟叶。

1949年后，中国在选育和推广优良品种的同时，注意种子工作的组织管理，加强良种繁育技术指导，多数烟草产区都建立种子生产基地，由特约基层单位繁殖种子。1985年，国家烟草主管部门颁发烟草种子管理办法，规定良种审定制度，建立中央、省、县三级良种繁育体制，实行“原种”、“良种”两步繁育方法。原种委托烟草研究机构或原种场繁育，专供繁殖良种之用；良种由省主管部门的特约基地或良种场繁殖，以县为单位统一供种。

繁育技术　烟草种子小，繁殖系数大，良种繁育步骤较简单。原种宜用两年一圃制的分系选择法产生，即第一年广泛选择单株，第二年设株行圃分系比较，选择具有良种典型性并整齐一致的株行，套袋自交，采种后混合即为原种。

原种用于种子田，繁殖生产用的种子。种子田面积一般为烟田面积的0.05～0.1%。不同品种的种子田应保持500米以上的距离隔离，防止天然杂交。采用良好栽培管理措施，减少密度，增施肥料，防病治虫，延迟采收并保留部分上部叶片。开花前严格去杂去劣，不符品种典型性的须及早打顶。留种烟株须疏花疏果。大约半数蒴果呈褐色时，采收果穗晒晾，干燥后脱粒精选。通常1公顷种子田可收精选优质种子80千克以上。

种子检验　原种和良种繁殖过程，须进行田间检验和种子质量检验。种子贮存室须保持干燥和低温。种子发放应按区域化规定，未经检验及不合格的种子不得在生产上使用。

种子质量标准：原种纯度99.9%，净度99%，发芽率95%以上，含水量不超过9%，籽粒饱满，褐色，有油光，色泽一致；良种按质量分为两级。一级种子纯度99%，净度98%，发芽率90%以上，含水量不超过

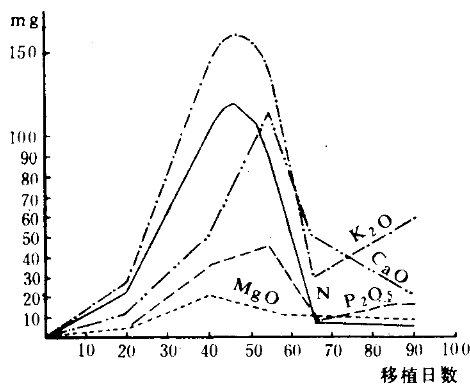
9%，籽粒饱满、色泽一致。二级种子纯度99%，净度98%，发芽率80%以上，含水量不超过9%，色泽稍差。

（骆启章）

烟草施肥（fertilizer application of tobacco） 根据烟草需肥规律，结合土壤养分状况，确定施肥种类、数量、时间和方法，以达到获得优质丰产的目的。

需肥规律 烟草生长发育需要15种必需的营养元素，其中需要量大的元素有碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫九种，微量的有铁、锰、硼、铜、锌、钼等。烟草吸收的碳、氢、氧主要来自空气和水，其它矿质元素主要来自土壤。

烟草苗床期吸收的营养元素少，移栽后逐渐增多。现蕾前后达到高峰，随后逐渐下降，以烤烟为例，春烟从播种到2～3片真叶，吸收的养分数量很少，单株干重仅4.2毫克左右；7～8片真叶时，吸收的营养元素迅速增加，单株干重比前期增加近100倍。其中吸收的N约占苗期的30%，P_2O_5 25%，钾K_2O约21%；9～10片真叶时，吸收养分数量最多，单株干重比前期增加2倍。氮、磷、钾比例分别占苗期吸收量的68%、73%、77%。移栽后30天内，对氮、磷、钾吸收量少，随后逐渐上升，45～75天是大量吸收期，其中氮约占烟株总吸收量的44%、磷占51%、钾占59%。以后逐渐下降，唯有磷素吸收量在最末一次采收前15天内又稍有上升。夏烟对养分的吸收规律与春烟相似。最大吸收期在移栽后26～70天，高峰期在50天前后（见图）。



烟草移栽后吸收养分的动态

烟草对各种营养元素的吸收有一定比例。烤烟吸收氮：磷：钾约为1:0.4:2.5；白肋烟吸收磷稍小，钾、钙较大；晒烟吸收磷的比例较高，平均每生产100千克烤烟烟叶吸收N 2.3千克，P_2O_5 1.28千克，K_2O 5.56千克。

烟草对养分的吸收受土壤养分形态的影响。①氮。硝酸态氮，容易被烟草吸收并能促进钾、钙、镁离子的吸收。铵态氮能降低烟草对钾离子的吸收。同时促进对氯离子的吸收。②磷。烟草主要吸收无机态磷，磷被吸收后很快被输送到整个植株。磷素充足，烟草生长良好；超量，磷与其它元素的平衡失调，会抑制烟草生长。③钾。烟草吸收无机态钾。钾被烟草吸收后转移到代谢功能较强的部位，钾素供应充足时，烟草生长正常，并能促进对硝态氮的吸收，烟叶内在质量良好；供应不足，上部叶片呈现缺钾症；若供应过量，烟草生长受到抑制。

烟草对营养元素反应锐敏，缺乏任何一种大量元素或微量元素都会影响烟叶产量和质量。缺氮，植株生长迟缓，呈浅绿色，底叶变黄，继而焦枯，叶片尼古丁含量低，种子数量减少。缺磷，烟株矮化，叶色暗绿，叶片形状改变，叶长宽比增大；调制后烟叶趋向深褐、绿或黑色。缺钾，叶尖、叶缘出现失色和斑驳，其中心发生坏死斑点，叶尖下卷；调制后烟叶缩小并易破碎，油润、弹性、香气和持火力等下降。缺镁，底叶的叶尖、叶缘和脉间区失去正常绿色，但叶脉和紧靠叶脉的组织则保持正常绿色，严重时底叶几乎呈白色，但极少干焦或出现坏死斑；调制后烟叶颜色不一致，油润和弹性差。缺钙，烟株顶芽的幼叶先呈浅绿色，继而叶尖向下弯钩，最后叶尖、叶缘坏死。缺硼，顶芽的幼叶色变浅，叶基比叶尖更苍白，生长停止，继而基部坏死。缺锰，最初是幼龄叶片的颜色沿叶脉最小分枝向外逐步变浅。叶脉间组织呈淡绿色至近白色，而叶脉本身保持较深色度，整个叶片呈杂色状，颜色丧失后，全株呈淡绿色，组织坏死成斑点状，各部分斑点破碎后，全叶呈褴褛状。

烟草施肥原则 ①测土施肥。根据土壤养分数量确定氮、磷、钾肥的比例。中国北方烟区氮、磷、钾适宜的比例是1:1:1～3。南方烟区是1:1:2。氮肥多的地块需增大磷、钾的比例，为1:3:3。②以有机肥料为主，化学肥料为辅。二者结合既为烟草提供充足的养分，又改良土壤理化性质。③按化学肥料性质，确定使用方法，提高肥料效益，硝态氮容易随水流失，应多次分施；铵态氮容易被土壤吸附保存，不易流失；尿素施入土壤后，少量被根系直接吸收，大多数分解成碳酸铵被土壤吸附，有的转化为硝态氮。氮素化肥的肥效快，适宜在烟草生长前期作追肥用，不宜过多，速效磷肥施入土壤后移动缓慢，在石灰性土壤和铁、铝多的酸性土壤中又容易被固定，应与有机肥混施基部。迟效性磷肥和有机肥一起堆沤，可提高有效性。钾离子容易被土壤胶体吸附保存，不易损失，适宜做基肥，不宜施用氯化钾肥，以免烟株吸收氯根。④根据土壤肥力水平、供肥能力、肥料利用率和对产量、品质要求等确定合理施肥量。中国每公顷产1 500～2 250千克烟叶的烟田，一般每公顷施氮37～53千克，过磷酸钙225～300千克，硫酸钾112～150千克。

施肥方法 烟草苗床应施足基肥，通常施入经过

熟化的厩肥、堆肥、少量饼肥及磷肥，基肥用量因地而异。中国北方春烟区，苗床基肥足，一般不施追肥；在基肥不足、烟苗生长受阻时，可适当补施化肥。夏烟，苗床基肥数量应比春烟少，以防止烟苗生长过旺。

大田期施肥，以基肥为主，追肥为辅；基肥要足，追肥要早。一般基肥占施肥总量的70%左右，追肥占30%左右；南方部分烟区，雨水较多，养分容易淋失，基肥约占总施肥量的50%，追肥比例相应增大。在同一个地区，砂性土，减少基肥比例，而粘质土保水保肥能力强，可增大基肥比例。中国烟田基肥主要是圈肥、堆肥、饼肥及过磷酸钙等。有撒施、穴施、开沟施等方法，深度一般为12～15厘米。美国、加拿大等国多用含有钙镁元素的复合化肥，于烟苗移栽前一次施入，也有的于移栽后30天内一次施入。追肥宜早不宜迟，追肥过迟烟株贪青晚熟，烟叶品质降低，一般在移栽后10天内开始，旺长前结束，分三次进行，第一次在还苗成活期，即移栽后7～10天，第二次在移栽后15天左右，第三次在烟株团棵以前，即移栽后25～30天。追肥用速效肥料，其用量根据烟株长势强弱、肥料数量、土壤肥力和气候情况而定。追肥的深度，5～10厘米，间距10～15厘米，施后浇水、松土。

（宋承鉴）

烟草移栽（tobacco transplanting） 将适龄烟苗从苗床移至大田的栽培措施，移栽质量是获得优质丰产烟叶重要环节。移栽前，需将大田精细整平，施足基肥，然后确定适宜的**移栽**期，栽植密度。

移栽期 移栽期决定于气候条件、栽培制度、品种特性及苗龄大小。烟草是喜温作物，要求最低温度在10℃左右，移栽时气温必须稳定在12℃以上，地温9℃以上，烟叶成熟期要求充足的光照，20～25℃的气温，较少的降水。根据上述要求并结合各地前后作物、品种特性确定适宜的移栽时期，中国春烟多为4月中旬至5月下旬，夏烟自5月下旬至6月中旬，秋烟10月，冬烟11月中旬至12月中旬。

栽植密度 烟草单位面积的产量由单位面积株数、单株叶数和单叶重来决定。通常在一定密度范围内，密度与产量呈明显正相关，而与品质呈明显负相关。密度过大，通风不良，光合作用减弱，干物质积累降低，叶片薄而轻，品质较差。因此栽植密度应以形成合理的群体结构为目标，既要使群体得到较好发展，充分利用光能地力，获得适宜产量。同时个体又要有一定营养面积和空间，使单株得以健全生长，单叶重保持一定水平。

决定烟田密度，需对烟草类型和品种的生育特性、自然条件、栽培措施等综合考虑。烤烟、晒烟、晾烟、白肋烟密度较小，香料烟、黄花烟密度较大。植株高大、叶数多、叶片大、茎叶角度大、生长期长的品种，需较大的营养面积和空间，密度宜小；反之，宜大。地势较高，土壤瘠薄，肥水条件差，气候冷凉、干燥的地区，密度宜大；反之，宜小。春烟生长期较长，植株较大，密度宜稀；冬烟生长期虽长，但气温低、植株较小，密度宜大。中国平原土壤肥沃和雨量多、湿度大的地区，种植烤烟的密度为每公顷2万株左右，山地、丘陵、土地瘠薄和雨量较少的地区每公顷2.2万～2.5万株。美国为1.1万～1.6万株，加拿大为1.5万～1.7万株，津巴布韦为1.4万～2.4万株，日本2.3万株左右。

栽植方式有下列两种：①等行距，中国、美国、加拿大、巴西等产烟国多采用这种方式。中国一般行距为80～100厘米，株距40～50厘米；山东、河南等省采用行距110厘米，株距50厘米。②宽窄行，中国北方烟区大行距80～120厘米，小行距60～80厘米。在密度稍大的情况下，大小行有利于通风透光，便于操作。南方大部烟区常采用高畦栽烟，畦上植两行烟，云南和湖南等烟区也有一畦三行的。

带土栽烟，伤根少，返苗快，成活率高。栽植前应把粪土拌匀，然后浇水栽烟或栽烟后浇水。机械栽烟分挖穴式和挖沟式两种，比较完善的移栽机能同时完成栽植覆土、浇水、施肥、镇压、喷药等作业。

（刘树杰）

烟草育苗（seed-bed management of tobacco） 烟草种子小、幼苗抗逆力弱，直播不利于幼苗生长。除个别地区的**黄花烟**和**晒烟**直播外，一般都采用苗床**育苗**，以满足幼苗生长对温度、水分和营养条件的要求。还可充分利用无霜期，提高土地利用率。

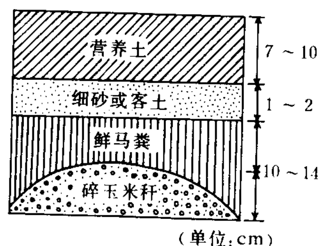
整地 各种苗床地要选择地势平坦，背风向阳，靠近水源，便于排水与管理的地方。烟草重茬地和菜园地不宜做苗床。整地要精细，表土宜疏松肥沃，底层稍紧，以利烟苗生长并抑制主根发育、促进根系横向发展。为减轻病虫和杂草为害，一般采用福尔马林、溴甲烷、氯化苦等药剂的蒸气进行土壤消毒。

苗床制作 在温暖季节播种的烟区采用露地育苗，一般没有加温或保温设施，或只在苗床地周围设简单防风障；播种季节较寒冷的烟区，采用人工加温或利用太阳能及其它保温设备，以满足种子发芽和幼苗生长对环境条件的要求。

露地育苗苗床地面积一般为大田种植面积的4～5%。一般畦宽1米，畦长因地形而异。苗床有平畦和高畦之分，平畦的畦埂高10～15厘米，高畦的埂高3～5厘米，埂宽约为25～30厘米。畦内土壤挖松10厘米，耙平后施优质厩肥或猪圈肥，加过磷酸钙和氮磷钾复合化肥，拌匀耙平待播种。

保温育苗有温床、温室、塑料大棚、塑料薄膜覆盖等形式，苗床面积占大田面积的2%左右，一般温室

或塑料大棚不小于40平方米，中间顶高2米，两边顶高1～1.5米，呈拱形。温床因热源不同又分为火炕温床和酿热物温床（见图）。塑料薄膜覆盖，透光性好，保温性强，温度均匀，可提高床温5～15℃。相对湿度也高，幼苗生长迅速，苗龄比露地育苗缩短10天以上，一般膜架高30～50厘米，呈拱形。



酿热温床断面

假植及营养钵育苗。为了提高保温苗床的利用率，降低生产成本，促进幼苗根系发育，提高烟苗素质，在保温床的烟苗长至5～6片真叶时疏苗，并移栽于假植床或营养钵内。营养钵高6～10厘米，直径6～7厘米，壁厚1～1.5厘米。日本多用特制纸筒或聚丙烯塑料制成的无底盘格或苗盘育苗。美国、加拿大用泡沫聚乙烯制成锥形钵育苗，用营养土少，透气性好，易取苗。

播种　播种前进行种子消毒和催芽，种子消毒多用0.1%的硝酸银溶液或1%的硫酸铜溶液，浸泡10～15分钟，搓洗掏净后，在20～25℃水中浸泡8～12小时，取出稍晾后，置于25～28℃温度下催芽，当胚根与种子长度相仿即可播种。有些产烟国采用丸衣工艺使种子大粒化，将种子由内向外包裹杀菌剂、肥料和杀虫剂等，粒径扩大到1.2～1.3毫米，以适应机械播种。

播种期决定于气候条件、育苗方法和移栽期。烟草种子和幼苗对温度极为敏感，最低发芽温度为11℃，低于11℃不能萌发。中国烟区自然条件差异大，各地播种期也有较大差别。春烟播种期在1月下旬至3月中旬，辽宁省3月中旬，山东省2月中旬，河南省2月上旬，云南省3月上旬，贵州省1月下旬至2月下旬，湖南省1月上中旬。夏烟播种期在4月上中旬，冬烟播种期在9月至10月。

播种方法有人工播种和机械播种。人工播种量以每10平方米4～5克为宜，播后覆盖细土粪、砂子或细土草灰，厚3～5毫米。冬烟育苗为了防止太阳曝晒，常盖以松针或秸秆。

苗期管理　烟草幼苗抗逆力弱，容易受低温、干旱、烈日和大风等不良气候条件的影响。需根据幼苗不同生长发育阶段对环境条件的要求，加强管理。

烟草种子在温度24～29℃、土壤湿润、光照充足的条件下，催芽播种后6～7天即可出苗，从胚根入土，子叶突破种皮，露出地面，到子叶平展，称作出苗期。此期植株营养来源于种子，应经常喷水，使土壤含水量保持在最大田间持水量的80～90%。

当第一片真叶出现时，一级侧根同时产生。第一、二片真叶与子叶大小相仿并交叉呈十字形，为小十字期；当第三、四片真叶与第一、二片真叶大小相仿，并形成大十字形，为大十字期。小十字期烟苗根系入土浅，光合能力弱，抗逆性差，土壤水分应保持在田间持水量的70～80%，水分过大，叶片发黄，生长停滞，且易滋生病害。大十字期，土壤干湿交替，有利根系生长。若土壤过湿，地上部叶面积增长过快，根系发育不良，幼苗大而不壮，此阶段间苗2～3次，剔除病苗，弱苗，过大、过小的苗，使苗整齐一致，第三次间苗即定苗，苗距6～8厘米，根据烟苗的生长状况追施速效肥1～2次。

幼苗第七片真叶出现前后，第四和第八片真叶在早晨及傍晚有上竖现象，称为竖叶期。此期第二级侧根已形成，茎开始伸长，叶面积迅速扩大，光合能力提高，吸收水分和养分能力加强，适宜的肥水条件和充足的光照是培育壮苗的关键。

竖叶到移栽期，茎叶生长更加旺盛，应控制水肥条件，适当进行低温锻炼，提高烟苗抗逆性，以培育壮苗。具体措施是：通过控制水分抑制地上部生长，促进地下部生长；揭去薄膜使烟苗适应外界温度和较多的直射光，使苗株健壮；适时掐叶，以改善苗床通风透光条件，提高地温，降低湿度，促进根系发育，调节烟株体内有机物质的积累和分配，使之健壮成苗。壮苗的标准，春烟8～10片真叶，茎高3～5厘米；夏烟11～13片真叶，茎高5～7厘米；大小适宜，茎秆粗壮，叶色正常，根系发达，无病虫害。

（刘树杰）

烟草杂种优势利用（utilization of heterosis in tobacco）　烟草品种间杂交产生的杂种一代，常在不同程度上表现有优势现象，即杂种在烟叶产量、品质或抗逆性方面优于双亲的平均值或优于双亲中最好的亲本。如果综合性状优于当地推广品种或某些性状具有特殊使用价值，即可在生产上利用推广。

20世纪50年代，中国一些产烟区由于烟草病害严重和栽培品种贫乏，难以在短期内育成优良抗病品种，便利用优良杂交种作为过渡性的生产用种。山东、河南、安徽等省曾先后选出十几个烤烟杂交组合，对控制病害和提高产量起了一定作用。1963年美国开始应用白肋烟一代杂交种，到1970年的推广面积达60%。1967年开始推广雪茄包叶烟一代杂交种。随后意大利也在烤烟、晒烟生产上应用。

制种是烟草生产上利用杂交种的基本环节。烟草具有花期长、花器大、构造简单以及繁殖系数高等特点，可利用人工去雄和授粉生产杂交种子，但技术性强、费时、费工、成本高，利用雄性不育系，生产杂交种子只需要进行人工辅助授粉，大大提高制种效率，

降低成本

美国通过种间杂交进行核置换的方法，获得烟草雄性不育系，即通过杂交与回交，把烟属野生种的核及其染色体置换成普通烟草的，也就是把普通烟草的胞质换成野生种的，经过这种置换就有可能使普通烟草成为雄性不育。70年代中期，中国从美国引进一个白肋烟的雄性不育杂种一代，经过不育性的转育，培育出金星6007、革新1号等几个烤烟品种的雄性不育同型系，为生产上直接利用杂种优势创造了条件。由于烟草是叶用作物，一代杂交种即使保持不育，也不影响烟叶的收成。因此烟草杂种优势利用中不需"三系"配套，而只需要以不育系为母本、选择正常品种为父本，组成优良的组合，就可应用于生产。

（骆启章）

烟草早花 (premature flowering of tobacco)　烟株生长受阻，发育加速，主茎顶端生长点提早分化花芽，烟株未达到正常高度和应有的叶数，提前现蕾开花的现象。其结果叶数少，叶片小，产量减少、品质降低。早花因发生时间迟早不同，对产量、质量影响程度不一。

形成早花的原因比较复杂，多是各种因素综合作用的结果。①温度。是主要影响因素。大田生长前期，日平均气温低于18℃能促进烟草发育，使花芽分化提早。冬烟区常遇低温多雨天气，容易出现早花现象。花芽分化后，低温则延迟开花时间，而高温则加速开花的速度。昼夜温差对花芽分化也有一定影响，白天高温、夜间低温无明显影响，而白天低温、夜间高温则花芽分化要早。②品种特性。多叶型品种对短日照反应敏感；少叶型品种对温度反应敏感，多数烟草品种对日照的反应为中性，少数多叶品种属短日性。短日性品种在缩短日照条件下，现蕾开花提早。对环境条件反应敏感的品种比较容易发生早花。③栽培条件。苗龄过长、幼苗老化、土壤板结、长期干旱和肥料不足等也是引起早花的原因。

前期早花宜留基部杈芽，培育底杈烟；后期早花，宜留上部杈芽培育顶杈烟，以弥补早花的损失。

（洪其琨）

烟草制品 (tobacco products)　用烟叶制造而成的嗜好性商品。根据不同类型烟叶特点，应用不同加工制造方法，生产出种类繁多的烟草制品，以满足不同消费者的嗜好要求。其中卷烟占绝大多数。其机械化程度高，生产数量多，销售面广。其次是雪茄烟和斗烟，其它制品数量很少。

卷烟　用特制的卷烟纸将烟丝卷成束状，供人吸用的烟草制品，又称香烟、纸烟。根据原料不同，卷烟一般分为3种烟型：①烤烟型。原料以烤烟为主，也有掺用少量黄色晒晾烟的；②晒晾烟型。以香料烟为主，其他晒晾烟或烤烟也可做原料；③混合型。除烤烟外，掺入白肋烟、香料烟及部分其他晒晾烟。中国主要生产烤烟型卷烟，混合型烟生产有不断发展趋势。

斗烟　以烟斗吸用的烟草制品。斗烟的原料以晒烟及深色晾烟为主，也有用烤烟的。斗烟种类有薄片状、团粒状、丝状。斗烟颜色一般较深，烟丝比卷烟烟丝宽而粗，以减慢燃烧速度。

雪茄烟　用烟叶裹制的叶卷烟，也有用棕色纸卷制的。雪茄烟香气浓郁、吃味浓、劲头大。一般分3种，即普通雪茄、方头雪茄和小雪茄。雪茄烟主要是手工制造，从内向外用3种不同的烟叶卷制，即芯叶、束叶和包叶。芯叶占雪茄烟支重量的75%左右，对产品内在质量起决定性作用，应具有典型的雪茄烟香味，吃味丰满、生理强度适当、颜色棕褐、填充力强、燃烧好。束叶也称缠芯、内包皮，要求叶片较大，厚薄适中，组织细致，支脉细而不凸出，有较强的韧性，拉力大，弹性好，燃烧性好，具有雪茄烟特殊的香气和吃味，其重量占烟支重量15%左右。包叶也称外包皮，除具备与束叶同样品质外，要求叶型较宽，叶片薄，完整度好，叶脉细，色泽均匀，无病虫害斑点及机械损伤。颜色有青灰、浅棕、棕、红棕、深棕等。

水烟　用水烟管吸用的烟草制品。烟气经过水滤，可除去对人体不利的尘埃及烟气成分。以晒晾烟做原料。中国著名的水烟有甘肃兰州水烟、福建皮丝烟、山东青条烟、江西的西条烟等。兰州水烟有绿烟、黄烟、麻烟之分。

鼻烟　用鼻子嗅闻的烟草制品。使用时不需烟具，也不需火燃。中国使用鼻烟历史已久，而且少数民族习惯使用。在多雾潮湿的林区、草原更为适宜。以深色的熏烟（明火烤烟）或晒晾烟做原料，中国采用晒红烟（四川广汉毛烟，山东兖州晒烟等）做原料。鼻烟有湿、干两种。湿鼻烟由叶片、叶柄、筋脉及烟茎等混合制成。干鼻烟的原料几乎全用烟茎。

嚼烟　嚼用的烟制品。主要以深色晒晾烟，或以熏烟作原料。制品有饼状、卷状、索状、粒状、粉末状等。拉丁美洲的印第安人很早就用黄花烟作嚼烟。中国云南省傣族、景颇族自治州等地的少数民族，也有使用嚼烟的习惯。

（洪其琨）

烟草中耕培土 (intertilling and banking up of tobacco)　烟草大田期结合中耕除草，将行间或畦沟土壤培在烟株基部的作业。中耕培土有提高土温、控制土壤水分、促进根系生长、消灭杂草等作用。

中耕除草通常与追肥、培土结合进行，一般进行2～3次，第一次在移栽后7～10天，烟株成活后结合追

肥，进行浅耕；第二次在移栽后15天左右，结合追肥深中耕，除尽杂草，浅培土，促进发根；第三次在移栽后25～30天结合追肥，进行大培土。烟草发根能力很强，除主根、侧根外，茎的基部还能萌发不定根，培土不但促进新根发生，扩大吸收面积，增强吸收能力，还便于灌溉排水，减少病虫害，防倒伏。各地栽植方式不同，培土方法各异。中国北方烟区平栽后培土，南方烟区挖沟培土。培土要做到：在团棵前选择晴天进行，过早易埋心叶，过迟会损伤下部叶片。最好分次进行，团棵前后大培土；平作培土要达到15～20厘米，畦作培土达到30～35厘米；培土起垄（畦）防止积水，保证灌排通畅。（洪其琨）

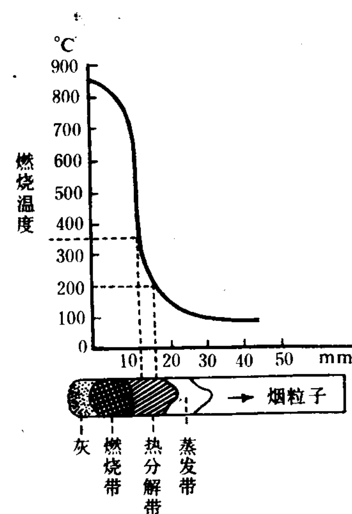
烟产改进处（The Bureau of Tobacco Improvement） 1946年成立，隶属原农林部，主要任务是从事**烤烟**生产技术的试验研究、繁育良种、调查国内外各类**烟叶**的产销情况和检验产区市场上的烟叶质量等。处内设有：育种栽培、病虫害防治、烘烤、化验、经济等室。在主要的烤烟产区设有：河南许昌烟草试验场、安徽蚌埠烟草试验场、贵州贵定烟草试验场和河南烟叶检验所等机构。河南、安徽、贵州等地的烟草试验场，在建场初期，除进行一般的烟草育种、栽培、病虫防治等试验外，主要工作是繁殖美国的特字400号、特字401号、大金元、黄大象等引进良种。处长由中央农业实验所所长沈宗瀚兼任。（戈福元）

烟碱 见尼古丁。

烟气（tobacco smoke） **烟草制品**燃烧时产生对人体有生理效应的气体。其特性决定于**烟叶**的化学成分、物理性状和烟草制品的制造工艺。

烟气形成过程极其复杂。卷烟燃烧时，燃烧区的温度可达880℃，两次抽吸间隙的温度约为835℃，燃烧着的卷烟可分成蒸发带、热分解带、燃烧带及烟灰四部分（见图）。有机物在800℃以上的高温区燃烧，热气流进入热分解带和蒸发带，直到100℃以下的区域。此时挥发性较低的各种成分以气流中悬浮着的、燃烧时残留的炭粒及金属灰分粒子为核心，冷凝成溶胶即湿焦油。挥发性较高的成分仍以气体形态存在。烟气分两种，当燃吸时，通过卷烟吸入人体的部分称为主流烟气，两次抽吸间隙扩散到大气的部分叫侧流烟气，一般所说的烟气成分主要是指主流烟气。

主流烟气分为气相部分和微粒相部分。气相部分约占92%，其中氮气约58%、氧12%、二氧化碳13%、一氧化碳3.5%以及挥发性成分如水，低分子的羟类、醛类、酮类，含氮化合物、杂环化合物等的蒸气约5%。粒相成分约占8%。新鲜的主流烟气每毫升约有10亿～15亿个微粒，中等微粒直径大小约在0.22微米。微粒相的主要成分是烟碱和挥发性无机成分，此外还有酸、醇、醛、酮、脂肪羟、芳香烃、酚等。粒相组分称为总微粒物，也称湿焦油或粗焦油，去掉其中的水分和烟碱后称为干焦油。焦油是衡量卷烟安全性的主要指标。



纸烟燃烧过程中各部分的温度

烟气成分来源于烟叶中各种化合物。烟叶燃烧时，一部分化学成分被蒸馏，直接进入主流烟气，其余的成分经过热解、合成等作用形成新的化合物。烟叶中的碳水化合物，除微量的糖类能在烟气中发现外，其余的大部分氧化成二氧化碳和一氧化碳，一部分热解，合成为醛类、酮类、酚类、呋喃、吡啶等化合物，多酚类热解成简单的酚类。蛋白质和氨基酸等含氮化合物，转化为氧化氮、硝基烃、硝基苯、铵类和酰胺类，并有氨、腈类及微量含氧杂环芳烃的生成，烟碱一部分进入烟气中，其余经脱氢、脱甲基以及降解等作用，分解为吡咯、吡啶的衍生物和少量亚硝胺化合物。色素和树脂等则转化为羰基化合物和脂类、醚类、酸类、烃类、杂环化合物。

烟气的化学成分和数量还受烟叶物理性状和制造卷烟工艺影响，包括烟叶水分含量、叶片厚度、填充性、保火力、切丝宽度、每支卷烟烟丝的重量、烟支的粗细和长短、添加物和过滤嘴，烟支的吸阻、压降和静燃率等，此外吸烟者的吸烟习惯，如抽吸频率、抽吸容量等也对烟气成分有很大影响。烟气成分已鉴定出3 875种，其中绝大部分对人体无害，少数部分对健康有害，主要有尼古丁、稠环芳烃、亚硝胺、氧化氮、一氧化碳、丙烯醛、酚类、氰化氢等。

为减轻危害，烟草行业致力于改进烟叶及烟制品的安全性，采取卷烟加接过滤嘴、使用膨胀烟丝、烟纸打孔、增强燃烧性等措施，以降低焦油含量和其它有害成分。（吴帼英）

烟田土壤（soil for tobacco growing） 适宜烟草生长的土壤。土壤的类型、分布、物理性质和化学性质，都会影响烟草的产量、品质，尤以对香味的影响更为明显。不同类型的烟草要求不同的土壤条件，同一烟草类型在不同土壤条件下种植，产量和

品质会发生很大差异。

烤烟适宜于肥力中等、有机质和氮素适量的轻壤质至中壤质土，也适于含有砂砾的重壤土及轻粘土；晒黄烟适宜的土壤条件与烤烟相似。晒红烟适宜氮、磷、钾含量较多，保水保肥力强的中壤土至轻粘土。白肋烟适宜有机质含量多，土层深厚，富含磷、钙、钾的中壤质至轻粘质土。香料烟适宜土层较薄，有机质含量少，氮素含量低，磷、钾较多的坡地土壤。其中以表土为砂砾质中壤，心土为中壤至重壤土所产烟叶品质为好，不宜种在肥沃的土壤上。黄花烟适宜肥力较高的中壤土至轻壤土。马里兰烟对土壤的要求与烤烟相似。

土壤水分是烟草生理需水和生态需水的主要来源。从播种到出苗，要求表土经常保持湿润；移栽时要求达到土壤最大田间持水量，以确保缓苗；移栽后2～4天内土壤湿度应保持在最大田间持水量的85%以上；其后保持在65～70%。团棵至现蕾期是烟草需水高峰期，土壤湿度应保持在80%；从现蕾到成熟，应保持在65～75%，以利烟叶适时成熟，提高品质。

烟草适宜种植在松散柔软，孔隙的容积较大，大小孔隙搭配适度，通气性、透水性良好的土壤上。

不同烟草类型要求有机质含量不同。烤烟是0.9～1.2%，深色的晒晾烟是1.3～2.0%，白肋烟是1.5～2.0%。

烟草在酸性土和碱性土上都能生长，土壤pH值在4.0～8.5均可；最适宜pH值为5.5～6.5。

适宜烤烟生产的土壤速效无机态氮25～45ppm，速效磷5～15ppm，速效钾120～200ppm。烟草易吸收氯离子，随着土壤中氯离子含量的增多而增加，植烟土壤氯离子含量应低于30ppm。含量为64ppm时，烟叶质量下降并产生黑灰熄火现象。不应在盐化土壤上种植烟草。

适宜植烟的土壤类型较多，主要有红壤、黄壤、紫色土、水稻土、黄棕壤、棕壤、淋溶褐色土、黑土、塿土 (Manured Loessial Soil)、黑垆土 (Dark Loessial Soil) 等。同类土壤中，又有适宜和最适宜之别。在丘陵坡地上，含有砂砾红色重壤土和轻粘土种植的烤烟，品质优良；平川地区，粉砂壤土至轻壤土所产烟叶品质较好，粘质土产烟质量差；洼地里生长的烤烟，成熟晚，不易烘烤，且烟叶油分少、味辛辣，燃烧性差，质量低劣。 （宋承鉴）

烟叶 (tobacco leaves) 烟草生产的目的物，烟草制品的原料。烟叶的生长发育状况直接关系到烟叶产量和品质。

烟叶生长 烟叶由烟株生长点分化发育而成，叶互生，单株叶片数因类型和品种而异。香料烟型较多，30片左右，晒烟较少，只有10余片。烤烟型内多数品种着叶20多片，也有30～40片的，甚至有50片以上的多叶烟。同一品种的单株叶片数较稳定。当栽培季节改变或环境条件不正常时（如低温、短日照），由于花芽分化加速而出现"早花"，叶数减少，产量下降。

烟叶的表皮由单层细胞构成，上表皮细胞比下表皮细胞大；上下表皮都有气孔，下表皮的气孔数多于上表皮，增加氮素营养会减少气孔数。靠上表皮的栅栏组织细胞通常是一层，靠下表皮的是不规则的海绵组织和较大的细胞间隙。增施氮肥会增加栅栏组织和海绵组织的厚度。细胞间隙小而少，则叶肉组织致密（见图1）。

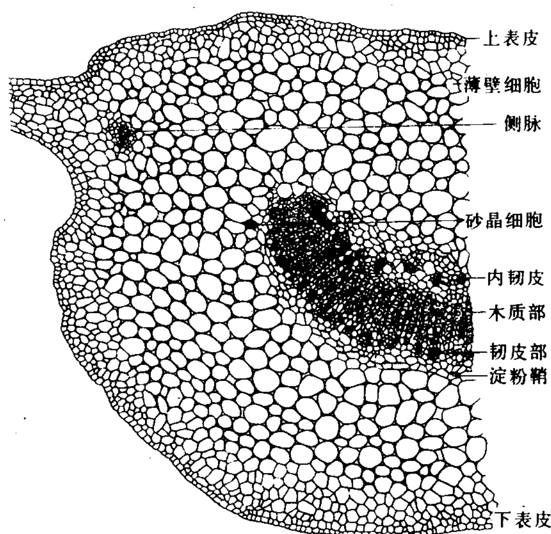


图1 叶脉横切面

烟草叶片生长分为三个时期：①细胞分裂生长期。从幼叶出现到定型叶长的1/4，叶面积增长主要是细胞分裂的结果；②交错生长期。从定型叶长的1/4到2/3，叶面积增长是由细胞分裂、细胞伸长和细胞间隙扩大的结果；③细胞伸长期。从定型叶长2/3到叶片定型，叶面积增长主要是细胞伸长和细胞间隙扩大的结果。

烟叶中尼古丁含量0.2～10.0%，因类型、品种、着生部位和环境条件不同而有较大差异。黄花烟高于普通烟，晒烟高于烤烟。同一植株叶片由下而上逐渐增加；同一叶片则是自叶基向尖端、自中脉向边缘逐渐增加。

叶片的形态 除黄花烟和少数晒烟品种有明显叶柄外，多数烟草品种无叶柄，基部侧翼同茎连接并向下延伸。调制后的烤烟一般主脉为全叶重的25～30%。叶片厚度因品种和栽培条件不同而异，同株的叶片由下而上逐渐加厚，同一叶片则从叶尖向叶基、从叶缘向主脉两侧逐渐减薄。烟叶厚薄与香味、生理强度有一定关系。烟叶表面的腺毛及其数量多少与烟叶所含的芳香油多少以及烟气中的香气呈正相关。

白肋烟由正常绿色烟草突变而成。叶绿素含量为正常绿色烟的1/3左右，茎秆和叶脉乳白色，叶片浅黄绿色。白肋型的遗传是由两对重叠基因决定的，属纯合隐性。

烟叶大小和叶形差别很大，主要受类型和品种的遗传性决定，也与环境条件和着生部位有关。烟草叶片面积（s）与长（l）、宽（b）度之间存在着相对稳定的数量关系。根据已知的常数（k）和实测的叶长、宽度，即可快速求得叶面积（s=k·l·b）。中国烤烟品种金星6007的常数（k）是0.666，晒烟品种金英为0.633。R.W.哈特纳(Hartana)提出测定烟草叶面积的指数为0.691。

中国根据叶片长宽比例，把烟草叶形划分为8种（见图2）。椭圆形叶片的最宽处在中部：叶长为叶宽

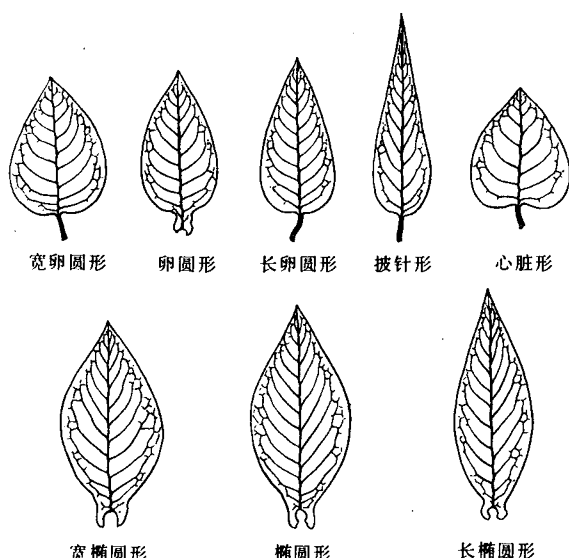


图 2 各种类型的烟叶

的1.6～1.9倍者属宽椭圆形，1.9～2.2倍者属椭圆形，2.2～3倍者属长椭圆形。卵圆形叶片的最宽处在基部：叶长为叶宽的1.2～1.6倍者属宽卵圆形；1.6～2倍者属卵圆形；2～3倍者属长卵圆形。叶片的最宽处在基部，叶片为叶宽的3倍以上者属披针形。叶片的最宽处在基部，但叶基部近中脉处呈凹陷状，叶长为叶宽的1～1.5倍者属心脏形。 （骆启章）

烟叶采收 (harvesting of tobacco leaves)

采摘成熟烟叶的作业。掌握成熟标准，及时采收，是提高烟叶质量和产量的重要环节之一。

烟叶成熟　**烤烟一般在移栽后50～60天，叶片开始由下向上逐渐成熟。叶片定形后有机物积累达到最高峰时，水分减少，组织充实紧密，称为成熟期（工艺成熟期）。这时采下的烟叶，调制后使用价值高。若未**及时采收，即进入过熟期。叶片内贮存物质逐渐分解，叶片变黄、变薄，组织疏松，叶片衰老，重量减轻，品质降低。

随着烟叶生长成熟，叶内干物质、碳水化合物、烟碱、树脂、芳香油含量不断增加。当叶片工艺成熟时，干物质及化合物达到最高峰，随后，含量降低；蛋白质含量临近成熟达到最高峰，成熟时开始下降，随着叶片成熟，叶绿素有一部分分解，叶色由绿变为淡绿或黄绿。叶内水分减少，干物质的吸湿性逐渐降低，成熟时达到最低点。

烟叶成熟的外观特征是：叶色由绿变为黄绿，叶尖和叶缘表现尤为明显。腰叶以上的叶片或较厚的叶片还可能呈现黄斑。烟叶茸毛（腺毛）脱落，有光泽，腺毛分泌物增多，有粘手感。主脉变白、发亮，采摘时硬脆易断，断面齐平。叶尖和叶缘下垂，茎叶角度增大。由于叶片的着生部位、土壤、气候、施肥等不同，成熟特征有所差异。

成熟烟叶容易调制，调制后色泽鲜明，组织细致，油分充足，烤干率和使用价值较高。过熟的烟叶，调制后色度浅，光泽转暗，油分减少，烤干率降低，品质下降。未成熟的烟叶含干物质较少，水分较多，难于调制。且易出青烟，颜色不均，组织较紧实。油分少，烤干率低，品质差。成熟叶香气和吃味最佳，过熟叶次之，未成熟烟叶亲水性胶体含量较高，调制后容易吸潮发霉。成熟的烟叶调制后，其延伸率、耐破度和拉力最高，因而在卷制过程中破损率最少。

烟叶采收　有摘叶法和砍株法两种。烤烟、中国白肋烟、香料烟均是自下而上分次采摘；晒烟采收次数较少，多数自下而上分次采摘或带茎割下。美国的白肋烟、深色晾烟等以及中国的武鸣晾烟均用砍株法采收。

烤烟的脚叶多在打顶后开始成熟，从脚叶到顶叶成熟所需时间，为30～60天。通常采收5～7次，5～7天采收一次。下部叶每次采2～3片，中上部叶采3～4片。要求同品种、同部位、同成熟度的烟叶在同烤房烘烤，以保证烘烤质量。

由于品种、叶片着生部位和栽培条件的不同，烟叶成熟得快慢不一致。叶片薄、叶数多的品种（如金星），易过熟变黄，应适时采收。叶片厚和叶数少的品种（如红花大金元、NC82），耐熟。充分成熟时再采收。上部叶叶片薄，水分多，熟得快，当叶尖变黄，茸毛刚退，即应采收；下部叶粗厚紧密，水分少，叶面不平，颜色不匀，成熟较慢，叶片显现黄斑，叶尖叶缘下垂，茸毛退净，主脉变白发亮时采收。土壤肥沃、稀植和打顶早的烟株，叶大肥厚，成熟变黄差。应待熟透采收。

采收还要看天气，正常天气应适熟采收；烟叶遇旱，叶尖变黄，主脉发白时就应采收；连阴天气，下

部叶易出现底烘，应及时采收。成熟的烟叶遇雨返青。待晴天再稍转黄时采收；成熟烟叶应在雨前采收。一般采收时间是早晨和上午，当日开烤。为了便于调制，在干旱天气趁露水未干时采烟，以利保湿变黄。多数产烟国用人工采收，美国、加拿大等国用采烟机械采收。

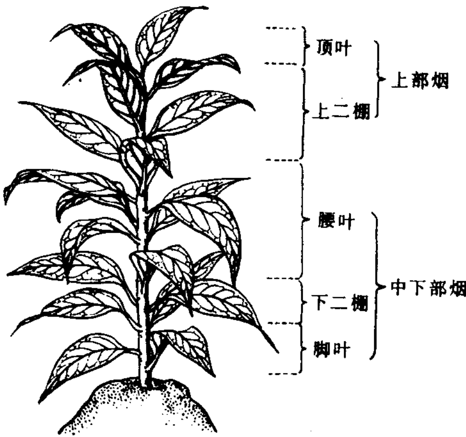
（束鸿烈）

烟叶分级（grades for flue-cured tobacco） 根据烟叶的特征、特性和化学成分的不同而规定的商品等级，以适应卷烟工作生产和贸易需要。

简况 世界产烟国烟叶分级的依据基本相同，而标准不一，级别繁多。1984年，美国按不同烟草类型、产地划分类和型，其次按叶片着生部位、品质、颜色共分153个等级。巴西按部位、颜色、品种共分为48个等级。1949年前中国烤烟按叶片厚薄分为2组，每组分7级，共14级。台湾省长期沿用此法；此后各地先后制定地方性的烟叶分级标准。以部位为主结合颜色、品质为依据的16级制烤烟分级标准，在山东、安徽、河南、贵州等烟区先后试行、采用。1962年制定烤烟国家标准试行方案，1981年国家标准总局正式颁布，1982年1月1日起实施。晒晾烟零星分散，尚无统一的国家分级标准，收购分级标准均系各地自行制定，限于一定地区使用。

分级依据 烤烟和各类晒晾烟基本以烟叶着生部位、颜色及外观品质因素为分级依据。

以烤烟为例，同一烟株分为两个部位。脚叶、下二棚、腰叶为中下部；上二棚、顶叶为上部（见图）。颜色分为中下部黄色、上部黄色和青黄色三组。品质因素包括成熟度、油分、厚度和叶片结构等。



各级烟叶名称

表 1 国家标准烤烟分级表

组别	级别	代号	成熟度	身分			色泽		叶片长度(cm)以上	杂色与残伤（2）		
				油分	厚度	叶片结构	颜色（1）	光泽		杂色允许程度	允许占总叶面积的比例(%)	其中残伤允许占叶面积的比例(%)
中下部黄色	中黄1	ZH1	成熟	多	适中	疏	金黄桔黄	强	40	轻微杂色	7	5
	中黄2	ZH2	成熟	较多	适中	疏	正黄金黄	较强	40	轻微杂色	10	7
	中黄3	ZH3	成熟	有	尚适中	稍松	淡黄正黄	较强	35	稍带小花片	20	15
	中黄4	ZH4	尚熟	稍有	稍薄	稍松	一淡黄	中等	35	小花片	25	20
	中黄5	ZH5	尚熟过熟	稍有	薄	松	一淡黄	弱	30	较多小花片或稍带大花片	35	30
	中黄6	ZH6	尚熟过熟	—	薄	松	—	—	25	较多大花片	50	35
上部黄色	上黄1	SH1	成熟	较多	稍厚	稍疏	桔黄深黄	较强	40	轻微杂色	10	7
	上黄2	SH2	成熟	有	稍厚	稍密	一深黄	中等	35	稍带小花片	20	15
	上黄3	SH3	尚熟	稍有	较厚	稍密	一红黄	中等	35	小花片	30	20
	上黄4	SH4	尚熟	稍有	厚	密	一棕黄	弱	30	较多小花片或稍带大花片	40	25
	上黄5	SH5	尚熟	—	厚	密	—	—	25	较多大花片	55	35
青黄色	青黄1	QH1	未熟	有	尚适中至稍厚	稍松稍密	黄带浮青	较强	35	稍带小花片	20	15
	青黄2	QH2	未熟	稍有	稍薄至稍厚	稍松稍密	黄多青少	中等	30	小花片	25	20
	青黄3	QH3	未熟	—	薄至厚	松、密	青黄	弱	25	较多小花片或稍带大花片	30	25
	末级	M1	—	青多黄少、褐片、灰片、严重花片								40

注：（1）凡颜色前有"一"者，其色为等级的低限色；黄带浮青指黄色烟叶表面浮现的青色，但浮青部分需在八成黄以上；上部淡黄色烟叶限于上黄三以下定级。（2）在破损烟叶上的杂色与残伤的百分比按实际烟叶面积计算。（3）脚叶只能在中黄四级以下定级；顶叶在上黄二级以下定级；青黄一级限于腰、上下二棚部位的烟叶。（4）黄片青筋的叶片暂允许在中黄三和上黄二以下各级定级。



脚叶　叶基部宽平，主脉细，薄而均匀，组织疏松，无弹性，残伤较多，淡黄或土黄色，油分少，尼古丁含量低，糖分少，灰分多。

下二棚　叶基部宽平，主脉靠叶尖部不显露，靠叶基部微露，侧脉细平。多为淡黄色，叶尖部较深，基部较浅。组织疏松，弹性略强，油分较少。

腰叶　主脉不显露或微露，侧脉皱缩，叶色均匀，多呈金黄、正黄色，组织细致、柔软，油分较多，弹性较强，尼古丁含量中等，糖分多，灰分少。

上二棚　主脉显露，侧脉突出，叶色较深，组织紧密，叶面粗糙，叶片较窄，弹性较强，尚有油分。

顶叶　主脉和支脉显露突起，组织紧密，叶片厚，叶面粗糙，叶色较深，常显现花片，叶片窄而尖，尼古丁含量高，糖分中等，灰分少。

等级标准　按《中华人民共和国国家标准》规定，烤烟分3组，15级，即中下部黄色组6级，上部黄色组5级，青黄组3级和末级。见表1、表2。

表 2　烟叶分组及其特征

组别	部位特征				颜色
	脉相	叶形	叶面	厚度	
中下部黄色	较细至较粗，遮盖至微露，近尖处稍弯曲	叶形较宽，叶尖部较钝	较皱至皱缩	薄至稍厚	烤烟一般具有的深浅不同的黄色，允许微带青色，程度不超过相应级别规定
上部黄色	较粗至粗，较显露至突起	叶形较窄，叶尖部较锐	稍皱褶至平坦	稍厚至厚	烤烟一般具有的深浅不同的黄色，允许微带青色，程度不超过相应级别规定
青黄色	不分部位				经烘烤后产生的带青色烟叶或青色斑块面积超过20%者

注：部位划分，遇特殊情况，以脉相、叶形为依据。

中国白肋烟的分级方法原理基本和烤烟一致。湖北省制定的分级标准试行草案，按部位分组，按颜色、光泽、组织等因素共分7个级。浙江省新昌香料烟分级标准按部位、厚度、色泽、油分、损伤度等因素分为5个级。晒烟产区分散，等级标准不一，一般不分组，直接按部位、颜色和其它品质因素分级，多数分为6级。　　（朱鸿烈）

烟叶烘烤 (flue-curing of tobacco)　成熟烤烟烟叶在专用烤房里进行的初加工。目的是使烟叶化学成分发生一系列对品质有利的变化。叶色由绿变黄，叶中水分烤干，成为适于卷烟工业用的原料。烟叶最早的初加工方法是晒晾，19世纪中期，美国弗吉尼亚州首先用室内火管烘烤烟叶，并一直沿用至今。通常将烘烤分做变黄期、定色期、干筋期3个阶段，整个烘烤过程需5天左右。

变黄期　是烟叶由绿色变成黄色但叶片尚未干燥的阶段。要求烤房内的温度由35℃逐渐上升到42～45℃，相对湿度由90%左右逐渐降到70%左右。这个阶段烟叶内部的变化主要是：①水分亏缺，促使细胞内水解酶活性增强，在水解酶的作用下碳水化合物被分解成还原糖，使烤后的烟叶淀粉大量减少而还原糖显著增加。②随着水分减少，烟叶的气孔关闭，在氧化还原过程中起重要作用的谷胱甘肽主要成为还原型，进一步促使蛋白酶的水解活动，使25～30%的蛋白质水解。烟叶烘烤后总氮的损失较少。③与蛋白质结合的叶绿素绝大部分被分解消失，而细胞中的类胡萝卜素仅有一部分被破坏，因而，叶片显露鲜明的黄色。烟叶由绿变黄是与淀粉和蛋白质等化学成分的转化紧密相关，通常把烟叶变成鲜明黄色作为化学成分转化适当的外部标记。这些变化使烟叶品质大为提高。烟叶变黄期的变化是活组织中进行的生理生化过程，若烤房内的温度上升太快，相对湿度过底，烟叶失水太快，就会使叶片组织过早死亡，化学成分不能得到适当转化，使烤后的烟叶仍有较多的绿色，称"死青"，这种烟叶的质量很差。

定色期　是烟叶变黄并基本干燥后，黄色得到固定阶段。要求的温度由变黄结束时的温度逐渐上升到53～55℃，相对湿度逐渐下降到30%左右。进入定色期后，每小时升温约0.5℃，通过通风控制烤房的排湿系统，使相对湿度缓慢下降。在这样的条件下，烟叶逐渐失水，水解酶和氧化酶的活性被控制，当细胞死亡和烟叶基本干燥时黄色被固定，可结束定色期。定色期的温湿度与烟叶干燥速度配合不当，会烤坏烟叶，常见的有：①在相对湿度过低升温过快的情况下，致使烟叶迅速脱水干燥，还有较多的叶绿素未分解即被烤干，叶片显出微绿的底色，称为"烤青"；②叶片的黄色不能固定而成褐色，烟叶水分较多和烤房内相对湿度较高的情况下，升温过慢，细胞的呼吸作用继续进行，烟叶中的有机物消耗过多，活组织特有的生理过程逐渐变成自解过程，原生质结构受到破坏，叶片称"糊片"。叶薄而枯焦，烟叶中还含有较多的水分，同时又受高温的损害，原生质结构也遭到破坏并导致细胞内多酚类物质氧化成黑褐色的醌类物质而不能被还原，即发生棕化反应，称"烫片烟"。烟叶较糊片厚，但二者都是褐色。③温度下降造成空气中的水汽在叶片上凝结，或较厚的叶片由于升温太慢未能及时干燥，在烟叶的局部发生棕化反应，出现深色的小点，严重的可连成片，称"挂灰"烟叶。

干筋期　是烟叶定色后进一步把主脉烤干的阶段。主脉较粗，在叶片基本烤干时，主脉还含较多水分，这

时升温可较快，每小时升2～3℃，升到68～70℃时，把主脉烤干，相对湿度逐渐下降到15%左右，迫使主脉在干燥过程中发生棕化反应，被烤成卷烟工业所需要的"紫筋"。干筋期温度下降时，主脉中的水分渗到已烤干的两侧叶片上，该处即由黄色变成褐色造成"洇筋"；过高的温度使烟叶中的糖分焦化、品质下降，出现红褐色的小点即"火红"烟叶。主脉未完全干燥即停止烘烤，会形成"活筋"烟叶，在存放时易导致霉烂损失。 （李雪震）

烟叶品质 (tobacco quality)　调制后烟叶使用价值的综合评价。包括外观质量、化学成分和内在质量。

外观质量　指烟叶质量的外表反映，是划分烟叶商品等级的主要依据。烤烟下部叶薄、组织疏松，颜色淡而无光泽，油分少、弹性差、烟碱和糖分含量低，灰分高。中部叶适中，质量最佳。上部叶厚，组织粗糙，色泽暗，糖分低、烟碱高，劲头大、刺激性重，晒烟和香料烟一般越是上部叶，质量越好。

烤烟的基本颜色是黄色，以均匀金黄、正黄最好，淡黄、米黄次之。带青的黄色烟质不佳。颜色过浅，香气量少，吃味平淡。过分深暗，香气量多，但香气质差，刺激性与杂气加重。颜色深浅不匀的杂气重。晒晾烟的颜色较复杂，因类型不同而异，由浅草黄色至深棕褐色。颜色与光泽合称色泽。色泽鲜明的品质优良，暗淡的香气少、杂气重，烟质不佳。

油分是烟叶内柔润的半流体物质（芳香油和树脂等），眼观和手摸感觉油润。弹性指烟叶的抗破碎能力，也称作拉力。油分和弹性密切关联，油分充足的弹性强、香气浓、吃味纯净。

成熟适度的烟叶香气较足、吃味好、杂气轻；未成熟烟叶烤后颜色不均匀，常带青色，香气不足，青杂气重；过熟烟叶组织疏松，颜色不匀，香气少。

化学成分　烟叶所含的化学物质，是决定质量的内在因素。据M. F. 杜布 (Dube) 等报道，已鉴定出烟叶和烟气中有 5 289 种成分，存在于烟叶中有 2 549 种。烟气中有3 875种，烟叶和烟气中成分相同的有 1 135 种。即烟叶中45%的成分可以在烟气中找到，主要有蛋白质、尼古丁、氨基酸、叶绿素、碳水化合物、有机酸、树脂、芳香油和无机矿物质等。

蛋白质在燃烧时产生一种难闻的气味，烟味苦涩、辛辣，含量多时燃烧性不良，刺激性加重，烟叶中蛋白质含量低者，吃味较好。上等烤烟蛋白质含量一般在8%左右。

尼古丁含量过多，劲头太大，刺激性增加，引起生理上的不适感；过少，劲头太小，不能满足吸烟者生理上的要求，烤烟尼古丁含量一般在2～3%为宜。

氨基酸在鲜烟叶中含量很少，一般为0.4～0.7%。在烘烤过程中约有50%的蛋白质分解转化为氨基酸，对烟叶增加香气有一定作用。

烟叶色素主要有叶绿素、胡萝卜素、叶黄素等。鲜叶中叶绿素占 0.5～4%，后两者之和仅为叶绿素的1/5～1/3，色素含量对外观质量影响很大。烘烤过程中，叶绿素被分解，胡萝卜素和叶黄素显现，使烟叶呈黄色。

碳水化合物也称糖类，成熟烟叶含量可达干物质重的40～45%。主要包括葡萄糖、果糖、麦芽糖、淀粉、糊精、纤维素等。葡萄糖、果糖为单糖，具有还原性，分析中以还原糖表示。蔗糖、麦芽糖属双糖，蔗糖为非还原性糖。淀粉属多糖，是含量最多的一种醣类，鲜叶中含量可达干物质重的30～40%，在烘烤过程中，绝大部分被分解转化为单糖，对烟叶质量起良好的作用。

有机酸是碳水化合物代谢的中间产物，以柠檬酸、苹果酸含量较多，草酸次之。树脂和芳香油是烟叶香气的主要成分，着生部位高、成熟度好的烟叶含量高。

无机矿物质主要有钙、钾、镁、硫、氯等约占干物质量的12～15%。对燃烧性、灰色有重要影响。钾能增强烟叶的燃烧性、阴燃保火力。镁对燃烧后的灰色有一定影响，并能增加烟灰的密结性。硫和氯对燃烧不利，含量多时易熄火。

化学成分可作为评定烟质的指标。

1953年A. A. 施木克 (Шмук) 提出以水溶性糖类与蛋白质之比来衡量烤烟和香料烟的质量，公式为：

$$施木克值=\frac{碳水化合物(总糖)(\%)}{蛋白质(\%)}$$

施木克值反映了烟气酸碱性谐调程度。1.0～2.5之间，值越大烟质越好，大于2.5烟质下降，一般中等质量烟叶约等于1。

糖氮比和糖烟碱比。总氮与烟碱含量一般认为1∶1较为合适，比值增大，烟气香味逐渐减少；接近2∶1时，烟气香味不足。糖与烟碱比值，接近于10为最好，高于10味淡香气少。

烟碱与总挥发碱之比，是衡量白肋烟质量的指标，比值愈大，烟质愈佳。

50年代后期，中国轻工业部烟草工业科学研究所提出以水溶性糖与挥发碱的比值作为评定烤烟及其制品的品质指数。

$$比值=\frac{水溶性糖类(\%)}{氨当量的烟碱(\%)+\frac{其它挥发碱}{总挥发碱}(\%)}$$

内在质量　表现在烟叶的燃烧性及所产生的烟气质量。

燃烧性取决于烟叶的化学成分、物理特性及燃烧区内空气流通程度。包括阴燃保火力、燃烧速度、燃烧完全性、燃烧均匀性、燃烧后的灰色及密结性六个



方面。阴燃保火力是烟叶在无火焰后能继续保持阴燃的能力。燃烧速度以慢为好，过快烟支吸食的时间短，燃烧部分温度过高，口腔感到灼热。燃烧完全性是指燃烧后烟叶灰化程度，燃烧完全的烟叶，烟灰中不存在有机质和炭，灰色洁白、燃烧均匀性指烟叶在燃烧时，燃烧区各部分燃烧的速度是否均匀一致，不均匀会影响保火能力，甚至熄火；灰色以洁白为最好，浅灰色次之，黑色最差。烧灰密结性以不过早的跌落和飞散为好。

烟气质量包括香气、吃味、刺激性和生理强度等几方面。

香气和杂气，是指吸食时吸烟者嗅觉器官对烟气的感觉。

中国烤烟的香气分为清香型、浓香型、中间香型三种类型。晒晾烟的香气比较复杂，分为雪茄型、香料型、半香料型、似烤烟型四种。不良的杂气包括青杂气、枯焦气、土怪气、地方性杂气等。一般未经陈化发酵的烟叶都带有程度不同的青杂气，未成熟的烟叶更严重。枯焦的烟叶或燃烧不良的烟叶都带有类似食品烧焦的气味。

吃味是指味觉器官的感觉。烟叶的吃味分为甜、苦、酸三类。烤烟烟叶都有甜味，以甜中略带酸的为好，经过适当发酵后烤烟略带酸味。劣质烤烟烟叶和多数的雪茄烟带苦味。

刺激性是烟气对喉部、口腔和鼻腔的刺激程度。刺激性大的使人有辛辣难受的感觉。

生理强度，烟气吸入人体后引起的生理效应强弱，也叫劲头。尼古丁含量多、劲头大，含量少、劲头小，生理强度因人而异。 （吴帼英）

烟叶试验所（Tobacco Research Institute） 1917年创设于台中县丰原镇，1937年迁至大里乡草湖，从事烟草耕种、病虫防治及化验等研究工作。光复后增加人员、设备，设有农艺、病虫害、农业化学等系，并设置屏东与花莲两个烟叶改良场，配合从事烟草各项试验研究工作。工作人员69人，其中博士1人，硕士7人。

主要研究烟草品种改良；烟草烤制及发酵技术，提高烟叶品质；研究肥力测定的应用，以推行分区施肥制度；栽培法的改进及农机具的改良研究；烟叶烤制设备的改进等。并与台湾大学农化系合作研究烟叶成熟作用，作为烟叶成熟控制的依据；与中兴大学植病系共同调查烟草毒素病种类及其他病虫害的研究。

（吕从周）

盐碱地栽培（saline and alkaline soil culture） 根据盐碱地土壤的盐分性质及运行规律，采用避免或减轻盐碱危害**农作物**的栽培技术措施。盐碱土又叫盐渍土是含氯化物、硫酸盐为主的盐土（俗称白碱）和含重碳酸盐、碳酸盐为主的碱土（俗称黑碱）的统称，通常发生于气候干旱、蒸发量大、地下水位及其矿化度高而排水不畅的地区。

中国的盐碱地约3 000万公顷，主要分布于以硫酸盐为主的西北、以氯化物为主的华北、以碳酸盐或重碳酸盐为主的东北内陆和以氯化物为主的东部滨海地区以及北方灌区内由排水不良引起的零星次生盐碱地。

盐碱的危害 不同类型的盐碱土危害作物的程度不同，一般是碳酸盐大于氯化物，氯化物大于硫酸盐。危害原因主要有：①土壤溶液浓度大，影响作物种子发芽和根系对水分、养分的吸收。如土壤溶液含0.15%的氯离子时，棉花种子基本停止吸水，发芽率只有50%左右。②某些盐类离子在作物体内过多或过少，造成中毒或生理失调。当土壤溶液中Na_2CO_3浓度达0.005%、$NaHCO_3$和$NaCl$浓度达0.05%，或Na_2SO_4浓度达0.5%时，都能对作物产生毒害，造成叶片边缘枯焦，逐渐死亡。③酸碱度高，pH值在8～9或更高，降低了土壤养分的有效性。④代换性钠含量高，土壤性质恶化。因为钠离子是分散剂，含量高时容易造成土粒分散、结构变劣、透水性差，微生物活动也减弱，土壤供肥能力降低。

盐碱地栽培 一般耕层土壤含盐量0.2～0.4%者为轻盐碱土，只要选择耐盐作物和品种，采取相应的抗盐栽培措施，就能获得较高的产量。含盐量0.4～0.6%者为中盐碱土，0.6%以上则为重盐碱土。对中、重盐碱土，若不先行土壤改良，一般作物难以正常生育。洗盐种稻是改良与利用相结合的有效措施。在水稻生育期间，稻田保持一定的水分，使耕层盐分不断淋溶下降并经排水沟排出。种稻脱盐到一定程度，再水旱轮作或种旱作物。在轮作中要多种植苜蓿等多年生牧草或草木樨、田菁等绿肥作物，以减少地面蒸发，防止返盐。对于代换性钠多、pH值高（8.5～9.5）的碱土，应先用石膏、硫磺、磷石膏等化学改良剂把钠离子代换出来，然后深耕灌水，再排水排出钠离子，而后种植适宜的作物。不论轻、中、重盐碱土，都要采取综合措施进行治理和栽培。

选择耐盐碱作物和品种 不同作物有不同的耐盐碱能力，其强弱顺序大体如下：**向日葵、甜菜、红花、红麻、蓖麻、草木樨、田菁、棉花、高粱、黑豆、苜蓿、大麦、黍稷、甘蔗、水稻、小麦、玉米、大豆、马铃薯、花生**等，可根据土壤盐碱轻重，选择种植相适应的作物。一般**苗期**的耐盐碱能力不如生育盛期。如向日葵、甜菜、碱谷、蓖麻、穇子等苗期耐盐浓度（耕层0～20厘米含盐量，下同）为0.3～0.6%，生育盛期是0.4～0.8%；高粱、棉花、黑豆、苜蓿等苗期和生育盛期的耐盐浓度分别为0.3～0.4%和0.4～0.55%；冬小麦、玉米、谷子、大麻等分别为0.15～0.3%和

0.25～0.4%；绿豆、大豆、马铃薯、花生等分别为0.1～0.18%和0.15～0.25%。同一作物不同品种的耐盐碱能力也不同，如普通小麦一般强于**硬粒小麦**，红粒品种一般强于白粒品种；海岛棉强于陆地棉。美国加利福尼亚州曾育成耐盐浓度达1～1.5%的大麦品种。中国也在生产上种植耐盐性较强的德选1号、农垦2号等冬、**春小麦**品种。此外，在盐碱地上进行连续栽培和选择，能相对提高作物的耐盐碱能力；用3%的食盐水等处理某些作物(包括绿肥)的种子，可改善其苗期代谢类型，增强耐盐性，有利于保苗增产。

合理轮作　农作物与较耐盐碱的绿肥作物或牧草**轮作**，对加速脱盐、防止返盐和提高土壤肥力有重要作用。埃及和苏联灌区的棉花大多与苜蓿或绿肥轮作。加拿大、阿根廷、澳大利亚等多将粮食作物与牧草或绿肥轮作。中国北方内陆盐碱地区采用小麦**套种**草木樨或苜蓿，以及小麦间作**苕子**—夏玉米**间作**田菁等方式进行轮作，以增加地面覆盖度，减缓土壤积盐速度。对脱盐较差的地块，可先行**水旱轮作**，如水稻—小麦—苜蓿(2～3年)—棉花，或水稻—棉花—小麦＋绿肥—棉花或玉米。有些野生植物如芦苇、柽柳、窄叶田菁、大米草等耐盐性很强，并有一定的经济价值，可用做改良盐碱土的先锋植物。

中国滨海盐碱地，也根据土壤肥力和盐分含量的高低，安排不同的轮作**复种**方式，如脱盐地实行夏熟小麦、**蚕豆**、绿肥和秋熟粮、棉、绿肥一年两熟或**一年三熟制**；轻盐碱地秋季间种小麦、蚕豆、绿肥，春季间种玉米和**棉花**，玉米收获后套种绿肥；含盐量中等或较重的地则棉花、绿肥一年一熟，或棉花与田菁等绿肥间作，连续2～3年，既改良了土壤，又提高了地力。另外，推行秸草还田，浅层耕作，或**少耕**、间隔耕作，可保护熟土层，保留地面覆盖，抑制土壤返盐。

深耕晒垡，平整土地　深翻可以将盐分重的表土翻到底层，把底层好土翻上来，打通粘土层，增加土壤孔隙度和透水性，有利于脱盐，还能熟化土壤，提高地温。但底层土质差、滨海盐碱土、放淤改碱地，则不宜深翻，否则易把盐土翻上来，可用无壁犁深松土。早秋耕能及时切断土壤毛细管，抑制返盐。早春耕晒垡可活化土壤。雨季抢耕、干耕、干耙、粗耙、晒垡，使土壤盐分集中于坷垃表层，有利于淋盐。苗期遇小雨和灌水后都要及时中耕，减少地面蒸发返盐。平整土地可改变小地形的水盐运动状况，受水均匀，是消灭盐斑、保全苗的关键措施。平地时，轻盐碱地不要打乱土层，重盐碱地或局部盐斑地，应先起碱后整平，以免盐碱"搬家"。为洗盐而平地时，分格田内高差不要超过5～7厘米，种植畦内高差不要超过3～5厘米。

重施有机肥，增施氮磷化肥　缺乏有机质是盐碱地湿、凉、板、薄的根本原因。重施骡马粪、羊粪、禽粪、秸秆、麦糠等有机肥料，是盐碱地栽培的关键措施。除改良土壤结构、补充有效养分外，可通过微生物活动产生有机酸并释放出一部分CO_2，对碱性起中和作用，还能在石灰性土壤中促进活性钙源置换钠离子，起到生物改碱的效果。

盐碱土内微生物活动弱，氮、磷养分释放少，其中有效磷更易被碳酸钙所固定而呈现极端缺乏。因此增施早施氮、磷化肥也是盐碱地获得高产的重要措施(见**施肥**)。使用过磷酸钙、磷石膏、硫酸钙以及风化煤、腐植酸等酸性肥料，还有化学改土作用。

灌溉洗盐　这是盐碱地保全苗获产量的重要环节，既要满足作物生长对水分的要求，又要淋洗土壤中的盐分，使其降到作物能够忍受的浓度。一般盐碱地灌溉一次的脱盐率可达30～50%，洗盐效果取决于排水条件，作物生育状况，灌溉时间、方法和灌水量等，要根据作物种类和当地气候土壤条件而定。秋播小麦需灌好底墒水、冬水和返青水。春播作物要做好冬灌，并在土壤返盐高峰前灌好保苗水。老灌区会经常出现土壤次生盐渍化，要做好渠道防渗、深沟排水和掌握灌水量。除土壤含盐量大、地下水位低并有良好排水设施的台田或条田外，灌水量不宜过大，以防灌溉水与地下水相接，引起盐分上升(见**灌溉**)。

适期播种，减轻盐害　盐碱地温度一般比普通农田低0.5～1.0℃。应掌握秋季适时早播、春季适时晚播和夏季抢时**播种**的原则，以利保全苗。新改良的盐碱地宜种窄行作物或苗期生长较快的作物，并适当增加播种量，以增加地面覆盖度，抑制盐分上升。对宽行作物要加强中耕管理，减少地面蒸发，对表土干燥和积盐较多的地块，不论种植宽行或窄行作物，都可采用开沟播种技术，将表土分到两边形成埂，把种子播在盐分较少而湿润的沟底，并结合沟播集中施肥，以起躲盐、蓄水淋盐、保墒和培育壮苗的作用。铺沙，盖草，地膜覆盖，营养钵育苗等都是减少蒸发，保墒、增温而减轻盐害的有效措施，特别适用于气候干旱、生长期短的北方盐碱地地区。

参考书目

中国农业科学院农田灌溉研究所等编：《黄淮海平原盐碱地改良》，农业出版社，北京，1978。

许志坤编著：《新疆盐碱土的改良》，新疆人民出版社，乌鲁木齐，1980。

(吴锦文　王焕文)

盐碱地植棉 (growing cotton in saline-alkaline soils)　通过一系列适当的耕作、栽培技术措施，在表土层含有较大量可溶性盐类的土地上种植**棉花**。

盐碱土因所含盐类及其特性的不同，可分为盐土和碱土。盐土含氯化钠和硫酸钠，呈微碱性反应；碱

土含碳酸钠和重碳酸钠，呈强碱性反应。盐碱土在世界各大洲均有分布，以亚洲、南美洲及大洋洲的澳大利亚的面积较大，约占全世界盐碱土总面积的80%左右。中国的盐碱棉田多属盐土，典型性碱土很少。按盐碱种类可分为3种类型：①沿海盐土。以江苏省沿海棉区为主，约20多万公顷，属氯化物盐土区，pH值8.0～8.2；②黄淮海平原盐碱土（花碱土）。主要分布在山东省西北部、河南省东部和北部、河北省黑龙港地区和江苏省徐淮地区，常呈斑状分布，约70万公顷，一般以氯化钠为主，硫酸钠次之，个别地段有少量碳酸钠存在，碱性较强，pH值8.2～9；③西北内陆盐土。主要包括新疆维吾尔自治区的塔里木盆地绿洲和甘肃省河西走廊地区，约13万公顷，属氯化物、硫酸盐土，一般表土层含盐量常高达3%以上，pH值9以上。

棉花虽耐盐碱，但土壤含盐量过大，受害严重，就会死亡。棉花的耐盐碱能力以幼苗期为最弱，出苗的临界土壤含盐量为0.3%，当含盐量在0.4%以上则不能出苗。盐碱地植棉要采用土壤改良与改进耕作栽培技术相结合的办法，才能减轻盐碱为害，获得全苗早发、早熟丰产。

中国自20世纪50年代以来，对盐碱地进行了以治水改土为中心的综合治理。江苏省沿海棉区开挖沟渠、河道，实现条田化、河网化，加速淋盐排盐，促使土壤淡化。其对盐碱地的开发利用经过3个阶段：①冬耕、盖草抑制返盐，增加土壤有机质；②冬季种植绿肥，早春翻压，抑盐脱盐，培肥土壤；③麦、豆、绿肥与棉花间套作，地面常年有农作物种植，从而加速土壤脱盐，提高土壤肥力。黄淮海平原盐碱棉区，采取挖沟降低地下水位，引水灌溉或井灌压盐，促使土壤脱盐；增施有机肥，改土培肥等改良盐碱地的措施。

盐碱地植棉技术以播种保苗、促进早熟为中心。①播前耕耙整地，灌水压盐，降低播种层土壤盐分；②开沟躲盐，沟内点播，或用无盐土制作营养钵育苗，至三片真叶时移栽沟内；③地膜覆盖栽培，抑盐效果尤为明显，并能提高地温，有利全苗壮苗和早发早熟；④增施肥料，实行有机与无机、基肥与追肥、氮肥与磷肥配合施用的原则，以满足各生育期对营养的需要；⑤加强苗期中耕，保持地面疏松，防止土壤返盐；⑥选用种子生活力强、出苗好、幼苗生长健壮的耐盐品种。

（唐耀升）

延胡索（yanhusuo）　罂粟科紫堇属中的栽培种，学名*Corydalis yanhusuo* W. T. Wang. 多年生草本植物。别名元胡、玄胡。块茎供药用，为中国特产。分布于东北地区、河北、山东和浙江等省。主产浙江省；江苏、安徽、江西、上海等地已有大面积引种栽培。

块茎扁球形，内部黄色。地上茎高9～20厘米，纤细稍肉质，基部生1鳞片，其上生3～4叶，叶具长柄，叶片二回三出分裂，末回裂片披针形或狭卵形。总状花序，顶生或与叶对生；花冠紫红色，花瓣4片，外轮2片稍大，最外1片基部延伸成长距，内轮2片较狭小。蒴果长圆形或椭圆形，种子卵圆形，细小，具光泽。花期4月至5月，果期5月至6月（见图）。



延胡索

喜温和湿润气候，能耐寒，怕干旱、怕涝。以向阳高燥、排水良好、保肥力强、富含腐殖质的中性或微酸性的砂质壤土或壤土为好。根系较浅，多集中分布于地表下3～7厘米处。块茎一般具1～2个芽，多者3～4个。地温在18～20℃萌芽最适宜，11月初地下茎开始沿水平方向延伸，习称"行鞭"。1月下旬至2月上旬当气温4～5℃时出苗，以7～10℃为适宜。气温高至22℃时，叶片卷缩，25℃以上叶片开始枯萎。2月下旬地下茎节开始膨大，形成新块茎。生育期为210天左右，忌连作，前作以中稻、秋玉米、甘薯、白术、薏苡或粟为宜。

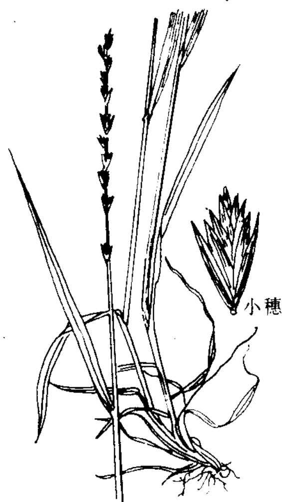
用块茎繁殖。于9月下旬至11月上旬栽种。尤以9月下旬至10月上旬为适期，条栽或穴栽，以条栽为好，按行距15～20厘米开5厘米深的浅沟，在沟内交错栽种两行，上盖一层草木灰，边种边覆土，每公顷用种量900～1 125千克。生长期间可追施氮、磷、钾混合肥料，促使块茎生长，增加生物碱含量。因地下茎分布在土表，切忌中耕。拔草3～4次。4月上中旬地下茎节膨大最快，需水量较大，遇干旱需及时灌溉。病虫害有霜霉病*Peronospora corydalis*、锈病*Puccinia brandegei*、菌核病*Sclerotinia sclerotiorum*；地老虎、种蝇、蝼蛄等。5月中下旬地上部分枯萎后挖掘

块茎，放在室内摊开，去须根、洗净，按大小分级，置沸水中煮烫至无白心为度，晒干或烘干（50～60℃），一般折干率为3:1，每公顷产干货1～3吨。留种宜选扁球形，淡黄色，两面凹，芽眼多，无病虫，无伤疤的当年生新块茎，可摊放在室内数天，待皮稍干，再行砂藏。

块茎含生物碱，其中叔胺类约0.65%，季胺类0.3%。药理实验：有镇痛、催眠、镇静、安定等作用。味辛、苦，性温，有活血、散淤、利气、止痛功能。主治胃脘痛、胸腹痛、疝痛、经行腹痛、产后淤血腹痛、跌扑疼痛等。（王亚淑）

偃麦草 (quackgrass)　禾本科偃麦草属的一个种，学名*Elytrigria repens* (L.) Desr，多年生草本植物。优良牧草。又名速生草、匍匐冰草。广泛分布于亚洲、欧洲和美洲的温带地区，在中国的新疆天山南北、东北草甸草原和内蒙古锡林郭勒东部都有分布。

须根系，具有横走根茎，多分布在12～14厘米深的土层里。茎秆直立，疏丛生，3～5节，株高60～80厘米，叶片长10～20厘米，宽5～10毫米，扁平，质地柔软。穗状花序，直立，长10～18厘米，小穗有小花6～10枚，外稃披针形，内稃稍短，种子千粒重3克左右（见图）。喜生于疏松湿润的土壤，抗寒性强，能耐－39℃的低温，在内蒙古锡林郭勒草原可以安全越冬。耐湿，亦较耐旱，轻度盐渍化土壤亦能生长。须精细整地，可夏播或秋播，条播行距30厘米，播深2～4厘米，播种量每公顷7～10千克。幼苗生长缓慢，第一年不宜刈割利用，并要注意防除杂草。生长第二年根茎发育旺盛，即可刈割或放牧。



偃　麦　草

偃麦草营养丰富，品质好，家畜喜食，饲用价值高，干物质含粗蛋白质11.05%，粗脂肪3.53%，粗纤维36.24%，无氮浸出物40.61%，灰分8.57%。

（苏加楷）

燕麦 (oats)　禾本科早熟禾亚科燕麦属，学名*Avena* L.，一年生草本植物。属内按**染色体组**可分为二倍体（2n＝2x＝14）、四倍体（2n＝4x＝28）、六倍体（2n＝6x＝42）3个种群23个种。它是重要的饲草、饲料和**粮食作物**。按其外稃性状可分为带稃型和裸粒型两大类。世界各国最主要的栽培种是六倍体带稃型的普通燕麦*A. sativa* L.其次是东方燕麦*A. orientalis* Schreb.，地中海燕麦*A. byzantina* (C. Kock) Tell。中国以大粒裸燕麦*A. nuda* L.为主，俗称莜麦、玉麦，约占燕麦面积的90%，籽粒大部食用。

起源及栽培史　燕麦不同的种起源于不同地区，一般认为普通燕麦、地中海燕麦起源于地中海地区，均由野红燕麦*A. sterilis* L.演变而来；东方燕麦又叫鞑靼燕麦起源于西亚；大粒裸燕麦则起源于中国。现存最早的燕麦出土物是瑞士湖畔发现的青铜器时期遗址中的砂燕麦*A. strigosa* Schreb.。

燕麦原为谷类作物的田间杂草，约在两千年前才被驯化为农作物。南欧首先作为饲草栽培，以后才作为谷物种植。公元前1世纪，罗马科学家普林尼(Pliny)记述燕麦是日耳曼民族的一种食物。根据《尔雅》、《史记》等古书记载，中国燕麦的栽培始于战国时期，距今至少已有2 100年之久，略早于世界其他国家。

分布与生产　受生物学特性的影响，燕麦的分布具有较严格的局限性，主要分布在北半球的温带地区。据1984年联合国粮农组织统计，在世界八大重要禾谷类作物中，燕麦总产量次于**小麦**、**水稻**、**玉米**、**大麦**、**高粱**而居第六位。全世界燕麦总面积2 553万公顷，总产量4 336万吨，平均每公顷1 698千克。其中，苏联1 282万公顷，占世界燕麦总面积半数以上，其总产量1 500万吨，居世界首位；美国329万公顷，总产量685万吨，居第二位。继苏、美之后，是加拿大、澳大利亚、波兰、联邦德国等国。

据70年代统计，中国**燕麦栽培**面积为133万公顷，主要分布在内蒙古、河北、山西、甘肃、陕西、宁夏、四川、云南、贵州、青海、新疆等11个省（自治区），黑龙江、安徽、湖北、辽宁、吉林等省也有零星种植。全国共有210多个县（旗）种植燕麦。内蒙古自治区种植面积最大，占全国燕麦总面积36.8%，河北省占20.7%，甘肃省占15.0%，山西省占14.7%。集中产区是内蒙古的阴山两侧，河北省张家口坝上，山西省西北部，陕西、甘肃、宁夏三省（自治区）的六盘山山麓，年降水量300～450毫米，年平均温度2～6℃的旱作农区以及云南、贵州、四川三省的大、小凉山中年平均温度6～8℃，海拔2 000～3 200米的山区（见图1）。

中国燕麦按其种植地域，可划分为春性和冬性两大生态区，以春燕麦为主。华北、西北、东北为春燕麦区，晚春或初夏播种，初秋或中秋收获，生育期80～125天，其中平原地区为避免夏季高温危害，播期较早，山区、丘陵区则播种较晚。云南、贵州、四川三省为弱冬性燕麦区，多为秋播，翌年7月至8月份收获，生育期230～250天。

植物学特征　燕麦**种子**发芽后，长出初生根3～5条，可维持吸收水分和养分两个月左右。开始分蘖后，

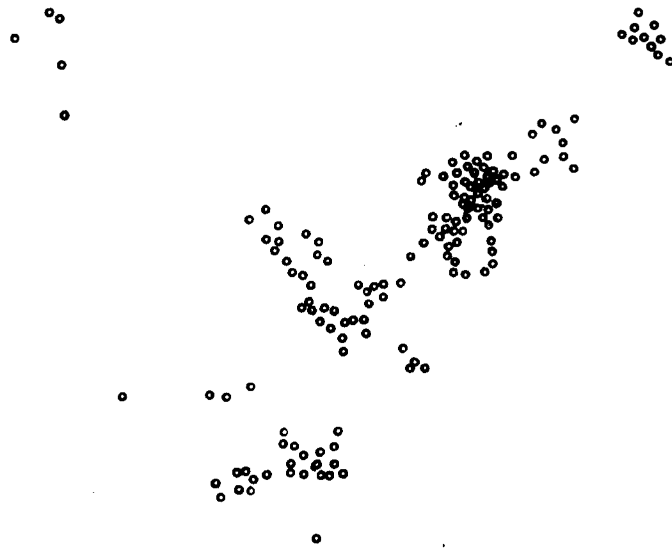


图 1 中国燕麦分布

在分蘖节上着生次生根，密集分布在10～30厘米的耕层内，根群较大，能扎入90～150厘米的土层中。茎圆而中空，一般地上部有3～5个节。茎节数、茎节间长度、茎的粗细与色泽因种、品种以及栽培条件而异。株高60～130厘米，最高可达200厘米，地上部各节都有一个潜伏芽，穗下节的潜伏芽有时能长出茎，并可抽穗结实。苗期植株长相可分为直立、半直立、匍匐三

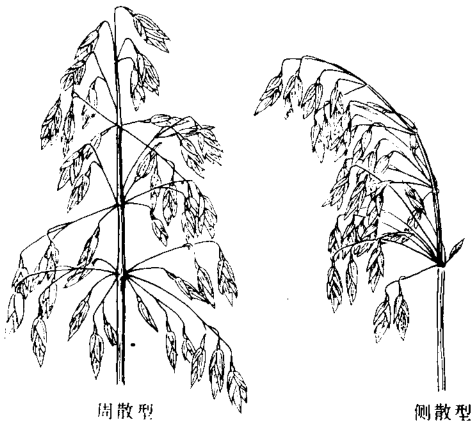


图 2 燕麦穗型

种。耐寒、耐旱者多为匍匐型，弱冬性燕麦属此；耐水肥、抗倒伏者多为直立、半直立型，春性燕麦属此。

叶由叶鞘、叶舌、叶片组成。叶舌突出薄膜状齿形，无叶耳，穗为圆锥花序，有周散型、侧散型两种，这是区别于其他麦类的重要特征（见图2）。圆锥花序由各级分枝组成，呈半轮生状，每一分枝着生一至若干个小穗，带稃型每一个小穗内有2～3朵小花，裸粒型则有4～8朵。芒出自外颖背上，是燕麦的特点。栽培种

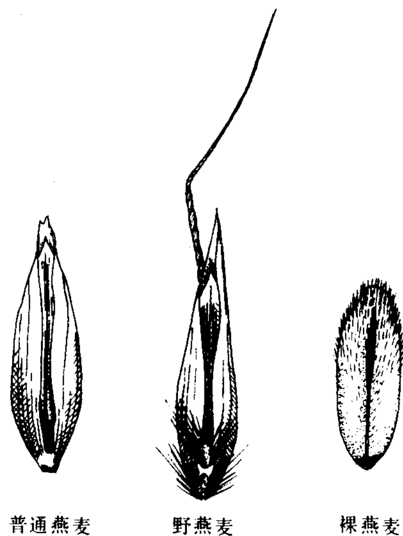


图 3 燕麦籽粒

只有第一小花具芒，野生种则每一小花均有。带稃型燕麦籽粒紧裹在内颖与外颖之间，稃壳占种子重量的25～40%，千粒重20～40克；裸粒型则松散，种子不带皮（稃），千粒重16～25克。小穗或小花基部是否具有吸盘（蹄口）是区分栽培种与野生种的又一依据（见图3）。

生物学特性　燕麦是长日照作物，对光照反应敏感，延长光照对提早**抽穗**有促进作用。春燕麦在中国南方繁殖时，于分蘖至孕穗期日加光4小时可提前二个多月成熟。燕麦喜凉爽湿润，忌高温干燥。**生育期**间需要≥5℃的活动积温1 300～2 100℃。种子在1～2℃即开始缓慢发芽。中国春燕麦幼苗能忍耐－2～－4℃低温，弱冬性燕麦短时间能忍受－7～－8℃低温　春燕麦区气温稳定在5℃时可播种，适期早播是平原高温区燕麦增产的重要措施。燕麦耐高温能力较弱，在绝对气温达到25℃时，光合作用受阻，30℃时明显抑制，气温达到38℃经过4～5个小时，气孔即萎缩不能自由开闭，故燕麦分布在绝对最高气温38℃等温线以北地区　燕麦对水分反应敏感，种子发芽时需水约比小麦、大麦多10～15%，抽穗前后要求相对湿度57～68%，燕麦的蒸腾系数为258～676，仅次于水稻而高于其它禾谷类作物。蒸腾系数随大气湿度增高而下降。中国北方旱作农区之所以适宜种植燕麦，原因是其生育盛期正是当地雨季，水、热条件符合燕麦生长发育要求。燕麦对土壤的选择不严格，可忍耐pH5.5～6.5的酸性土壤，对盐渍土也能中度忍受。据测定在酸性土壤上每形成100千克燕麦籽粒需要吸收纯 N3.2千克、P_2O_5 0.5千克、K_2O 2.3千克以及微量元素硅、镁、钠、氯等；而在华北栗钙土每形成100千克裸燕麦籽粒所需P_2O_5 0.8千克，氮、钾大致相同。华北燕麦主产区严重缺磷，增施氮、磷复合肥往往明显增产。在灰化土中锌的含量少于0.2ppm时，会导致燕麦严重减产，缺铜时将降低淀粉含量。

营养与用途　燕麦营养价值高，普通燕麦籽粒中蛋白质含量12～18%，脂肪4～6%，淀粉21～55%。中国裸燕麦粉（莜面）中所含蛋白质15%，脂肪8.5%，超过小麦面粉、大米、小米、高粱米、玉米粉、荞麦面粉、裸大麦等七种常用食粮的一般含量。裸燕麦蛋白质中主要氨基酸含量也较高（见表）。

主要禾谷类作物中氨基酸含量比较（每100克食物中的毫克数）

谷物种类	赖氨酸	蛋氨酸	色氨酸	胱氨酸	缬氨酸	异丙氨酸	亮氨酸	苏氨酸	组氨酸	异亮氨酸	精氨酸
中国裸燕麦粉	680	327	214	537	973	869	1 359	645	393	583	1 115
面粉（标准粉）	262	151	122	272	454	487	763	328	240	384	460
稻米（籼米）	277	141	119	162	403	343	663	283	159	254	545
玉米（黄玉米）	308	153	65	201	415	275	1 274	370	254	275	394
高粱米	232	180	105	197	562	575	1 715	387	—	399	342
小米	229	300	202	170	548	562	1 489	467	223	376	388

裸燕麦脂肪酸中含亚油酸38.1～52.0%。燕麦籽实中还含有维生素B_1、维生素B_2和少量的维生素E、钙、磷、铁、核黄素以及禾谷类作物中独有的皂甙。据中国1981～1985年600余例临床试验及4轮动物试验结果表明，服用裸燕麦3个月者（日服100克）能明显降低心血管和肝脏中的胆固醇、甘油三酯、β-脂蛋白。

燕麦茎叶柔软多汁，适口性好，蛋白质、脂肪、可消化纤维的含量均高于小麦、大麦、黑麦、粟、玉米等谷物的秸秆，而粗纤维较少，是较理想的饲草。用青刈燕麦或燕麦干草饲喂乳牛，可提高产奶量。燕麦籽实可作种畜、病畜及幼畜的补充饲料，喂养家禽可提高产卵量并使卵粒增大。稃壳做饲料填充物可防止雏鸡因营养不良引起的羽毛脱落。

裸燕麦是中国燕麦主产区的粮食作物之一，最常见的吃法是用开水和面之后，趁热在涂釉油的陶瓷板上推成薄的指筒状的“窝窝”或压成“饸饹”蒸熟食用，也可制成炒面加水调食。燕麦片、燕麦粥是欧美各国人民的主要早餐食品，燕麦粉也是制作高级饼干、糕点、儿童食品的原料。还可制作肥皂、化妆品。涂有燕麦粉的纸张具有防腐作用，适用于包装乳制品。从绿色的燕麦干草中可提取叶绿素、胡萝卜素。燕麦稃壳中含有多缩戊糖是制作糠醛的原料，可用于石油化学工业。

参考书目

Coffman, F. A. *Oats and Oat improvement*, American Society of Agronomy, Wisconsin USA, 1961, 1th.

（杨海鹏）

燕麦属分类（classification of Avena species）　按燕麦性状的异同和亲缘关系的远近，把燕麦属的物种区分出来并归类成系统。

1753年林奈最早进行燕麦的分类工作，他定燕麦属的属名为*Avena* L.。根据外部形态把燕麦属分为4个种：普通燕麦*A. sativa* L.、裸燕麦*A. nuda* L.、野红燕麦*A. sterilis* L.、野燕麦*A. fatua* L.。此后，各国分类学家都按外部形态对燕麦进行进一步分类。1890年丹麦的A. L. 荷克（Hooker）将旧大陆温暖地带的燕麦分为50个种。1916年英国W. C. 爱瑟瑞奇（Etheridge）按颖壳紧包籽粒及其结构等特性，将燕麦属分为8个种：普通燕麦、裸燕麦、野燕麦、地

中海燕麦*A. byzantina* (C. Kock) Tell、砂燕麦*A. strigosa* Schreb.、阿比西尼亚燕麦 *A. abyssinica* Hochst、短燕麦*A. brevis* Roth、鞑靼燕麦或称侧穗燕麦、东方燕麦*A. orientalis* Schreb.。

1919～1924年日本的木原均提出以染色体数为依据的燕麦分类方法，他把燕麦属分为3个二倍体种(2n=2x=14)：短燕麦、砂燕麦、裸粒短燕麦*A. nudibrevis* Vavilov；3个四倍体种(2n=4x=28)：细燕麦*A. barbata* Pott (Brot)、泛斯梯燕麦*A. wiestii* Steudel、阿比西尼亚燕麦；5个六倍体种(2n=6x=42)：普通燕麦(包括东方燕麦)、野燕麦、裸燕麦、野红燕麦(或称南方野燕麦)*A. ludoviciana* Dur.、地中海燕麦(或栽培红燕麦)。这一分类方法得到各国学者的赞同。1961年美国J. G. 奥马拉(Omara) 在二倍体种中增加长毛燕麦*A. pilosa* Mals、长颖燕麦*A. longiglumis* Dur.、偏肥燕麦*A. ventricosa* Bal 与不完全燕麦 *A. clauda* Dur 4个种；四倍体种增加瓦维洛夫燕麦 *A. vaviloviana* Mordv，并将东方燕麦由普通燕麦中分列出来。将南野燕麦由野红燕麦中划分出来。60年代末，J. 金 (Zinn) 和H. C. 墨菲(Murphy) 及其他人又一次提出补充：在二倍体种中增加加拿瑞斯燕麦*A. canariensis*、大马士革燕麦*A. damascena*与匍匐燕麦*A. prostrata* 3个种；四倍体种增加大燕麦*A. magna* Myrphy et Terrll与墨菲燕麦*A. murphi* Ladizinsky 2个种。

以上10个二倍体种、6个四倍体种与7个六倍体种是迄今被公认和较完整的燕麦分类。

以细胞遗传学为基础的燕麦分类系统，对于燕麦的育种起了积极的作用。实践证明四倍体、六倍体种群内杂交容易成功，后代可育，而二倍体和六倍体的种群间杂交后代往往不育，只有利用四倍体种阿比西尼亚作桥梁种进行复合杂交或回交，才能完全可育。

(陆大彪)

燕麦种质资源 (oats germplasm resources)　燕麦品种改良的原始材料，包括地方品种、引进品种、育成品种及中间材料、野生燕麦和亲缘植物等。

苏联、美国从19世纪以来，一直不定期地派遣考察队到世界燕麦产地进行燕麦资源的征集，至今已分别拥有燕麦资源3万份和1.4万份。加拿大、日本、丹麦等国也通过各种途径收集了大量燕麦资源。各主产国对征集到的燕麦种质资源都进行了观察、鉴定、分析、分类、整理工作，并且建立国家级现代化永久库加以保存，作为育种材料加以利用。

中国燕麦种质资源是在50年代收集、整理农家品种的基础上开展的，截至1982年从国内征集到燕麦品种资源1 013份，国外引进470份，并建立了国家级种质库和省(自治区)种质库的两级保存制度。中国燕麦类型丰富，其中的栽培品种以裸粒型为多。由于长期适应中国燕麦主产区的生态条件的结果，具有早熟、耐旱、耐瘠等特点，这些特点在燕麦育种中有重要的利用价值。

优良农艺性状资源　中国现存资源中，早熟品种有带稃型75天以内成熟的美国的华明特拉(Huamantla)，中国青海省的黄皮燕麦、黄珠子燕麦；裸粒型80天以内成熟的有山西省的汾西裸燕麦。千粒重超过30克的大粒品种有铁秆大粒。带稃型中主穗小穗数超过75个的多花型品种，有新疆的沙湾24号和沙湾19号；裸粒型中主穗小穗数超过50个的有青海的湟中玉麦L12，民和玉麦L53、L59。

优良抗性资源　抗倒伏品种带稃型的有青海黄46、火焰红7、沙湾27；裸粒型的有河北铁秆大粒、山西早熟品种。抗旱品种裸粒型中有内蒙古库字1号、集宁小粒裸燕麦、化德小燕麦和山西省的临县小燕麦。抗黑穗病品种带稃型的有竹子燕麦、黄燕麦6号等100多个品种；裸粒型的有内蒙古裸燕麦3号。抗红叶病品种带稃型有海泡燕麦、民和燕麦等；裸粒型的有山西应县小裸燕麦、华北1号等，新疆、甘肃的地方品种均较抗病。

优质资源　高蛋白品种带稃型燕麦中有兰托维斯茨、温泉燕麦，蛋白质含量达20%以上；裸粒型燕麦中有云南省巧家小燕麦、内蒙古武川大莜麦，蛋白质含量为19%以上，野生大燕麦蛋白质含量达32%。高赖氨酸品种裸粒型有晋燕1号、华北1号、华北2号、三分三等，赖氨酸含量占蛋白质2.26～3.55%。高脂肪品种有四川省的昭觉堵吉、力堵，含量均为9.6%以上。高亚油酸品种带稃型的有新疆的沙湾31号、新疆燕麦41号、温泉燕麦等，其亚油酸占不饱和脂肪酸的53.0%左右，裸粒型的有左35号、左37号及克什克腾旗小粒14号，其亚油酸占不饱和脂肪酸的48.0%左右。

中国对于燕麦种质资源的利用，60年代末多用华北2号(ВИР1998)作父本与当地品种杂交，后代比原有品种抗倒伏力强，已培育出晋燕1号等品种。70年代以来，则多利用健壮(Vigour)、永492 (Nuprime)、永99(Pendch)、斯图特(Stout)等耐水肥、高产品种，已培育出蒙燕7312、蒙燕1815、蒙燕781、晋燕5号等水地品种；用海蒙(Harmon)、加拿大西部3号(Canada westen III)、哈里曼(Harlemen)等作为培育抗燕麦秆锈良种的亲本；用温得索(Windsor)、塞勒姆(Salemn)等弱冬性带稃型燕麦作为培育抗旱、耐瘠品种的亲本，均获得了一批优良品系，进一步充实了燕麦种质资源。

(陆大彪)

燕麦栽培 (oats production)　根据燕麦生长发育规律及其与环境条件的关系，采用综合农业技

术、实现高产、稳产、优质、低成本的措施。

燕麦是喜冷凉的长日照作物，中国北方以种植春燕麦为主，南方兼有少量弱冬性的燕麦；分布在11个省（自治区）约200多个县（旗）。主产区为华北、西北年降水量300～450毫米、年平均温度2～6℃的旱作农区和西南年平均温度6～8℃的高海拔冷凉山区。北方春播85～110天成熟，极早熟品种有70天的，极晚熟品种也有125天的。南方多秋播，一般在230～250天成熟。**生育期**间需要≥5℃活动积温1 300～2 100℃。春燕麦幼苗能忍耐－2～－4℃的低温，对高温则较敏感。在幼穗分化时期如气温高于25℃，则招致不孕小穗、小花大量发生。

燕麦种子**播种**后需吸收自身重量65%的水分和3～4℃以上的温度才能萌发；15～25℃的适温条件下7～10天出苗。三叶期开始**分蘖**，次生根发生略早于三叶期；根系发达，分布广而深。五叶期开始**拔节**，从拔节至**抽穗**为其旺盛生长期。春燕麦幼穗分化时间为出苗后35～42天，要求15～17℃的温度、长日照和强光照。抽穗后2～4天开始开花，要求温度18～27℃、相对湿度57～68%；每天下午1～6时开花，以2～4时开花最多，一穗开花所需时间约一周。燕麦为自花授粉作物，自然杂交率不超过0.1%。受精后籽粒形成至灌浆期如遇上高温干旱，将影响籽粒饱满度而降低产量；若气温剧降，也会影响正常灌浆。

燕麦是需水较多的作物，整个生育过程耗水量仅次于水稻而高于其它谷物类作物。其蒸腾系数因环境与品种不同而异，为258～676。燕麦对土壤酸碱度的适应范围为pH6.0～8.0，以富含腐殖质的粘土壤最好，不宜种植于干燥的砂土。

氮肥可提高燕麦产量，磷、钾肥可防止倒伏并提高品质。据中国华北栗钙土区测定，收100千克燕麦籽粒约需要N 3千克、P_2O_5 1千克、K_2O 2.5千克。在酸性土壤中磷的消耗量约减少1/2。

中国华北、西北燕麦主产区干旱，土壤肥力较低，且严重缺磷，种植燕麦应与豆科作物轮作，以选用豌豆、扁豆、蚕豆等早熟豆科作物做前作为好。秋耕要早，以接纳雨水，耕深15～25厘米，耕透耙平。施肥应结合秋耕整地、播种等过程分次施入，做到层层有肥，上肥相融。肥料不足的地区应以种肥为主，每公顷施磷酸二铵75～90千克，优质有机肥料3 000～3 750千克。

播种期视品种、生态条件而异。中国北方旱作区为充分利用天然降水，使燕麦需水盛期与雨季吻合，通常从4月上旬开始至5月中下旬播种，有的延至6月初结束。播种量视土壤肥力、有无灌溉条件、品种分蘖特性、千粒重高低而定，旱地每公顷播种120～135千克，水地135～150千克，播深一般5～6厘米，播后及时镇压。燕麦田间管理比较简单，分蘖前后各中耕一次，宜浅，拔节后可稍深。结合灌溉追肥或在雨后进行，每公顷施尿素75～110千克。燕麦主要病害有坚黑穗病、秆锈病、冠锈病和红叶病，黑穗病为种子带菌传染，只要选用拌种双、多菌灵等拌种药剂，用量为种子重量的0.2%，并按操作规程拌种即可防止其危害。燕麦主产区的主要害虫是粘虫、地老虎、土蝗以及传染病毒媒介二叉蚜、叶蝉等，应注意防治。当穗下部籽粒进入蜡熟末期即可收割燕麦。

（陆大彪）

燕麦育种（oats breeding） 采用各种有效途径和方法选育燕麦优良新品种。

引种在燕麦生产中起过重要作用。19世纪美国从苏联引入俄国绿，由中国引入大粒**裸燕麦**；欧洲大陆从英国引入维多利亚(Viotoria)；中国60年代从苏联引入的维尔1998（ВИР 1998）后定名为华北2号，从法国引入的纳普里米（Nuprime）定名为永492等，均大面积推广种植，增产效果显著。

系统选择简单易行。美国1878年和1892年从防锈（Rustproof）品种中系选出布特（Burt）和富尔干（Fulghum）两个品种，都是生产中曾利用的著名良种。中国40年代从山西五寨莜麦（裸燕麦）中系选出的三分三，至今仍是华北地区种植的主要品种之一；70年代从山西宁武裸燕麦中系选育成的晋燕2号，也是华北著名良种之一。

1870年美国C.普林格（Pringle）在夏罗得市(Charlotte)最早开始燕麦杂交育种工作。不久，英国P.谢里夫（Schriff）也进行了此项工作。以后逐渐发展成为各主产国进行品种改良最基本、最有成效的方法。1914年E. Von.瑟马克（Tschermark）首先进行燕麦育种的研究工作，他用普通野燕麦与普通栽培燕麦进行杂交（*A. fatua*×*A. sativa*），得出完全受精结实、后代可育的种子。70年代，美国用大燕麦、野红燕麦、普通野燕麦、地中海燕麦与普通燕麦杂交，分别选育出抗旱、抗病、抗寒力强的丰产或高蛋白（蛋白含量22～27%）品系。

应用物理、化学诱变对于改进燕麦单一性状，如早熟、矮秆、抗病等也很有成效。1959年和1961年美国分别用热中子、X射线辐射育成的弗洛腊特（Flored)与阿拉莫X（Alamo X）都比原品种秆硬、抗锈、抗倒，因而提高了产量。1974年中国山西农业科学院用钴60 γ射线辐射育成的雁红3号，比原品种华北1号早熟，抗倒，增产20%以上。1976年河北省察北牧场辐射处理（华北2号×青海甜燕麦）的杂种后代，育成了冀辐2号裸燕麦，比推广种永492显著增产。

20世纪以来的研究又证明四倍体、六倍体种群内的种间杂交容易成功，后代可育；而二倍体种群内只有少数种间杂交可获成功，后代可育。二倍体种通常

携有抗病、抗寒、抗旱的基因，但与六倍体杂交其后代往往不育或部分可育，利用四倍体作为桥梁种进行梯级复合杂交和回交可克服这个问题，并促进种间基因的渗透或交换，为燕麦新品种选育开僻了重要途径。

中国燕麦的育种目标，主要是选育优质、高产、抗逆力强的裸燕麦新品种。60年代末，利用国外春性、弱冬性的有稃燕麦与当地裸燕麦杂交，育成了蒙燕号、晋燕号、冀燕号等一批新品种，这些品种抗倒伏、抗旱、抗病、千粒重高，比原推广品种产量提高10～25%。在华北地区燕麦生产中发挥了重要作用。为了把带稃型燕麦的某些优良性状转育到裸燕麦上来，中国的育种工作者还进行了皮裸杂交的研究。带稃型与裸粒型杂交的杂种第一代，顶部或中部小穗内或多或少出现有裸籽粒，余为带稃粒；带稃性状不存在显、隐性关系；杂种第二代选出的全裸粒单株，一般在第四代可趋稳定。但杂种第四、第五代表现为裸粒型株，仍会出现带稃型籽粒。如果是皮（稃）裸混合型株，即使第七、第八代以后仍有分离。在各个杂种后代中带稃型籽粒出现比例的多少与气候有关，天旱则多，雨涝则少。用X射线、热中子进行辐射育种效果不理想，不容易得到籽粒产量高，抗病性好，产草量高的新品种。用钴60 γ 射线照射干种子，当剂量增加到3.5万伦琴时，胚根缩短呈鸡爪状，芽鞘发达而硬化，幼苗长至1～2厘米时停止生长，逐渐死亡。

参考书目

Siomon, M.D. et al., *Oats, A Standardized system of nomenclature for genes governing characters*, Washington D.C.USDA, 1978.

（杨海鹏）

羊草(Chinese wild rye)

禾本科赖草属的一个种，学名 *Aneurolepidium chinese* (Trin) Kitagawa，多年生草本植物。又名碱草。作饲用。是中国东北松嫩草原的优势草种，在华北、西北等省、区及苏联、蒙古人民共和国、朝鲜、日本也有分布。

具有发达的下伸或横走根茎，根须状，具砂套；茎直立、单生或疏丛型，无毛，高30～90厘米以上；叶片灰绿色，常具粉状蜡质，有叶耳，叶面及边缘粗糙，叶背光滑，穗状花序，直立，小穗多孪生，上下两端则常单生，含小花5～10朵，先端常微有二裂（见图）。

性喜湿润砂壤质栗钙土和黑钙土，最适pH 6～8，在pH 5.5或pH 9.4～9.8时也可生长。耐盐碱性强，在排水不良的草甸土，或30厘米土层内平均含盐0.77%的盐碱土上也能适应。抗寒、耐旱，但不耐长期水淹。

播种羊草改良退化的羊草草场，是恢复和提高生产力的有效方法。根据草地退化和土壤含盐碱程度，可彻底耕翻后播种，也可浅耕灭茬或深松补播。一般以夏天雨季播种为宜。种子发芽率低，每公顷播量40～60千克。大面积机械条播时，行距15～30厘米。要加强苗期除草管理。羊草对肥料敏感，施用有机肥料和追施氮肥可显著增产。一般栽培条件下，羊草在播后5～6年生产力明显下降，这时用圆盘耙或深松犁切断其密织的根茎，改善土壤的通透性，有利于更新生长。



羊 草

羊草品质好，马、牛、羊都喜食，营养价值高，干草中粗蛋白质13.35%，粗脂肪2.58%，粗纤维37.57%，无氮浸出物31.45%，灰分5.11%。一般在立秋后收割调制干草。如果放牧，从5月中下旬到10月上旬都可利用，但应划区轮牧。冬季残草可放牧，但要防止利用过度。

（洪绂曾）

羊茅(sheep fescue)

禾本科狐茅属的一个种，学名*Festuca ovina* L.，多年生草本植物。又名肥羊狐茅、绵羊狐茅、酥油草。牧草作物。分布于欧、亚、美洲的温带地区、中国西北、西南各省均有。

植株较低矮，一般只有15～60厘米，密集丛生；叶片淡绿，细而坚硬，向内卷，叶鞘均半裂；圆锥花序，短而狭，含花3～6枚，顶花雌雄同花或只生雄蕊；护颖大小不等，有脊，狭而尖，下护颖常生一脉，上护颖3脉；外颖背圆，顶端尖，光滑或稍粗，3～7脉，顶端有芒；内外颖大小相似（见图）。

根深而发达，因此耐旱力强，在土层较薄，不能生长其他牧草的地方，它仍可生长，并且几乎四季常青。但因产量较低，一般在较好的土壤上很少种植。草质较好，羊尤喜食。植株低矮，宜作放牧，具有较强的耐牧性，即



羊 茅

使过分放牧和牲畜践踏，也不影响其再生。每公顷播种量22～30千克，可与白三叶或其他禾本科牧草混播利用。植株含干物质32.9%，粗蛋白质5.6%，粗脂肪1.1%，粗纤维8.8%，无氮浸出物14.7%，灰分2.7%。

（杨运生）

洋地黄 见毛花洋地黄。

洋金花 见白花曼陀罗。

洋参 见西洋参。

杨守仁（1912～　　）水稻育种栽培学家，江苏丹阳人。1937年毕业于浙江大学农学院农艺系，并获学士学位。1947年赴美国威斯康星大学研究生院攻读，先后获硕士和博士学位。1951年初回国，先在山东大学及山东农学院任教授，1953年到沈阳农学院任教授。1957年曾参加中苏共同开发黑龙江流域的考察工作。



杨守仁30年代在四川、湖南等地从事水稻栽培技术的研究推广工作，并发表了"早稻种稻法纲要"及"我国两季稻的种类及分布"等文章。50年代后他结合教学深入农业生产第一线，为发展辽宁省水稻生产作出了贡献。他较长时间从事于籼粳稻杂交育种的研究，为了克服"亚远缘杂交"后代结实率偏低和性状不易稳定的难点，经过反复探索，肯定了复交可以有针对性地改进已得到的最好材料，并扩大了遗传基础，因而优于回交。继而又致力于水稻理想株型育种及其理论的研究。70年代初育出株型好的千重浪，是郑粳7308、泗稻1号、沈农1033和达选13等水稻品种的重要亲本材料。1983年后通过籼粳稻杂交育成的辽粳5号和沈农1033等株型好的品种，这些良种的推广以及杂交粳稻种植面积的扩大，扭转了沈阳市郊区50年来主要种植日本品种的局面。他是《中国水稻栽培学》、《作物栽培学》、《东北水稻栽培》、《我国的水稻》、《水稻专题讨论文集》等著作的主要编审者之一，近年发表的论文有"水稻理想株形育种的理论和方法初论"等。（高佩文）

养地制度（soil management system）对农田采取的保护、调养与培肥地力的技术体系。包括合理的**土壤耕作**、施用有机与无机肥料、种植绿肥牧草、蓄墒灌溉与排水、保持水土、营造农田防护林等措施。

养地是耕作制度的基础。土地在开垦种植农作物以后，为防止土壤中的养分、有机质和水分过分消耗，以及土壤结构等理化性质变劣，微生物活动减弱，杂草增多，或坡耕地引起水土流失，必须在利用土地的同时，重视土地的保护与地力的培养，实行用地与养地相结合。

在农业发展初期，主要通过自然措施养地，如撂荒、休闲或粗放种植多年生牧草。随着农业科学技术水平的提高，人工养地措施不断加强，如施用有机肥和化肥，秸秆根茬还田、种植豆科作物与牧草、土壤耕作、灌溉、排水、保持水土、营造农田防护林等，为充分利用当地光、热、水资源的种植制度付诸实施提供了保证。

中国自古以来就十分重视用地与养地相结合。各地自然与社会经济条件不同，养地的途径也各异。经常采用的做法是充分利用人畜粪肥，堆肥压青，种植豆科作物和绿肥作物；灌溉排水，保墒防渍等。在坡耕地上还采用生物措施（种草、种树、种作物）与工程措施（等高开沟筑垄、水平梯田、坡式梯田等）相结合，保持水土。在半干旱与风沙地区，则重视留茬覆盖、耕作保墒、营造农田防护林带，增施化肥，从而增多植物有机质，为促进土壤有机质与养分的良性循环，培肥地力提供了重要条件。

（沈学年　刘巽浩）

腰果（cashew）漆树科腰果属的一个种，学名 *Anacardium occidentale* L.，常绿乔木或灌木，因其坚果肾形而得名。别名槚如树、鸡腰果。主产品坚果，即腰果（cashew nut）。果仁是营养丰富的美味食品，含脂肪48%，蛋白质21%，淀粉10～20%，糖7%，以及少量矿物质和维生素A、维生素B_1、维生素B_2，多用于制腰果巧克力、点心和油炸盐渍食品。腰果仁油为上等食用油。油饼含蛋白质45%，是优良饲料。副产品有果壳液、果梨等。果壳含壳液40%左右，是一种干性油，可制高级油漆、彩色胶卷着色剂、合成橡胶等。果梨柔软多汁，含水87%，碳水化合物11.6%，蛋白质0.2%，脂肪0.1%，维生素C 0.25%，以及少量钙、磷、铁、维生素A等。可作水果食用，也可酿酒，制果汁、果冻、果酱、蜜饯、泡菜等。

起源和分布　原产热带美洲。16世纪引入非洲和亚洲，现已广布东非和南亚各国。20°S～20°N之间多有引种栽培，主要分布在南北纬15°以内地区。美洲以巴西种植面积最大，约26万公顷，产果6.5万吨左右；非洲以莫桑比克面积最大，约63.5万公顷，产果7.1万吨；其次为坦桑尼亚，约44万公顷。亚洲以印度种植最多，约39万公顷，中国海南省于20世纪30年代开始试种。1973年开始生产性种植，1983年种植面积11 330公顷。云南省西双版纳地区亦有少量栽种。

形态特征　成年树高7～9米，高者可达15米以上。

分枝小而多，多水平伸展，冠幅直径9米左右，宽者可达20米以上。单叶，互生，全缘，革质，长圆形或倒卵形，长10～20厘米，宽7.5～12.5厘米。花小杂性，圆锥花序顶生。雄花有萼片5枚，深裂，花瓣5片，线状披针形。雄蕊8～10枚，其中1枚伸出花冠，长6～10毫米，花药发达，称大雄蕊，花粉圆形，有粘性。两性花形态与雄花同，但有雌蕊1枚伸出花冠，子房1室，倒卵形。果实分假果和真果两部分。假果由花托膨大长成，通称果梨(apple)，成熟时呈红、黄或红黄杂色，真果即坚果，肾形，暗灰色或淡褐色，长2～3

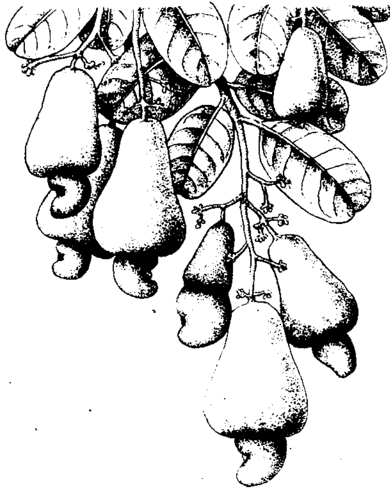


图 1 腰 果

厘米，宽2～2.5厘米，重4～8克(见图1)。中果皮结构蜂窝状(见图2)，内含腐蚀性粘液。种仁1枚，白色，重1.4～2.2克，种皮膜质。

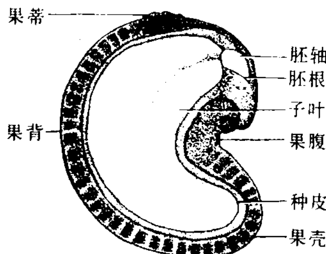


图 2 腰果种子

生物学特性 全年均可生长，但受寒流影响地区冬季基本停止生长。生长盛期一般在雨季初期。4～5龄树主根深达5米，侧根发达，6龄树侧根长达7米左右。2龄开花，3龄开始产果，8龄开始盛产，盛产期15～35年。南半球多在下半年开始结果，北半球则多在上半年开花结果。中国海南省开花期一般自12月至翌年4月至5月，3月至4月为盛花期。一天内11～13时开花最旺。花药多在上午10时后开裂。花性比例因植株、树龄、花期而异。结实成熟约需50天。耐旱、耐瘠，在热带地区适应性广，海拔900米以下地区均可生长，但以400米以下为宜。在海南省，海拔100米以下生长结果较好。耐寒力弱，但随树龄增长而提高，3龄幼树能忍受短期轻霜，年平均温度24～28℃，月平均温度23～29℃，生长结果正常；月平均温度20℃左右，生长发育缓慢；18℃左右，生长受抑制；17℃以下，出现不同程度的寒害；15℃以下，寒害严重或死亡。光照以2 000小时/年以上为宜，年降雨量以800～1 600毫米为有利，但能在年雨量500毫米以及旱季长达5～7个月的地区生长结果。要求土层深厚，排水良好，中性或微酸性的土壤。有一定抗风力，萌生力强，风害后能迅速恢复生长。印度和斯里兰卡最初把腰果树看作护土植物，在滨海区造林固砂。但8级以上台风能吹倒植株，折断枝干；3～4级常风有碍开花坐果，故滨海地区需营造防护林。

繁殖技术 种子繁殖或营养繁殖 选择优良母树，采充分成熟种子，晒3～4天，放在通风干燥处，于雨季进行大田直播。播前，除掉腐烂、畸形、粒小的种子，进行水选，淘汰上浮种子后浸水24小时，播种，果蒂向上，发芽较快。在雨季短或禽畜为害严重的地方，可用塑料袋育苗。营养繁殖有嫁接、压条、插条等方法。嫁接法有靠接、皮下顶梢接和补片芽接等。以补片芽接法比较简便易行。播种6个月以上而生长正常的腰果苗可作砧木。接穗采自高产优良母树向阳健壮的外围枝条，以叶片已经稳定，树皮开始木栓化的枝条为好。在海南省芽接后20天内，日均温23～28℃时，大田芽接平均成活率达80%以上。上午9时前，下午5时后，芽接成活率最高。压条繁殖有地面压条和空中压条(即圈枝)。印度多采用空中压条。试验3年统计，实生后代产果1 700多个，空中压条47 000多个，靠接45 000个左右。

选育良种 实生腰果树产量变异大，低产树比例大。印度大面积平均每公顷产果460千克，平均单株产果0.80～6.49千克。坦桑尼亚6龄试验树平均单株产果11.86千克。中国海南省平均单株产果0.3～1.2千克，少数高产树高产年份可达25～40千克。要提高单位面积产量，必须选育高产优良无性系，进一步杂交育种，培育适合当地条件的高产优良杂种，其标准为：果仁饱满，坚果大小中等，抗病虫害，花性比例适当，盛花期较迟(在中国)，结实率较高，无大小年现象等。

田间管理 海南省多8×8米正方形种植，每公顷植156株。肥沃地可9×9米正方形或三角形种植，每公顷植123株。幼树根圈每年除草2～4次，最好盖草保水，行间种短期作物或绿肥，如花生、甘薯、扁豆、毛蔓豆、大翼豆等。海南省腰果以施氮肥为主。1～2龄树每年施尿素0.2～0.5千克，3～5龄施1千克，6龄以上施1～2千克，此后每年每株加施过磷酸钙1千克，有机肥10～15千克。钾肥的施用视土壤情况而定。据海南腰果研究中心试验，实生成龄结果树，每年每株施尿素1.5千克，过磷酸钙0.5千克，氯化钾0.5千克，平均每公顷产果达660千克。印度喀拉拉邦每年每株施N250克，P_2O_5和K_2O各150克，平均每公顷产果

700～1 600千克。幼树要剪去丛生枝，结果树需剪去病虫枝和徒长枝。一般在收获后一个月内完成修枝，徒长枝需随时剪除。

病虫防治　炭疽病 *Colletotrichum gloeosporioides*，侵害嫩叶、花序、果实、嫩梢，引起嫩叶皱缩脱落，坚果和果梨萎缩腐烂，嫩梢回枯。清除病死组织，抽新梢及开花期喷波尔多液有防效。白粉病 *Oidium anacorolii* 可喷硫磺粉防治。咖啡造茧天牛 *Plocaederus obesus* 与脊胸天牛 *Rhytidodera bowringii* 为害枝条与树干。及时检查，发现树干有流胶、虫粪时，用棉花蘸汽油或敌敌畏等堵塞虫洞，加以毒杀。点腿锤盲蝽 *Helopeltis fasciaticollis* 为害嫩梢、花、幼果，引起嫩梢干枯、花和幼果脱落，严重时完全失收。定期调查盲蝽发生动态，在盲蝽发生初期，对中心虫株及周围喷杀虫剂一次，一周后根据虫情可再喷1～2次，效果较好。腰果斑螟 *Nephopteryx* sp. 为害果梨和坚果，造成落果。收集被害果实加以烧毁。严重发生时，应在盛果期之初喷杀虫剂防治。突死病 *Valsa eugeniae* 为坦桑尼亚重要病害，应注意检疫。

收获与加工　开花后50天左右开始收获，收获期2～3个月。坚果外皮由绿变灰褐或灰白色，果梨开始变红或变黄时，坚果已成熟，可以摘收。一般每工可收果20～30千克，大熟期可收果40～50千克。坚果晒3～4天，包装贮藏。

坚果加工出仁率22～24%。加工工序可分为炸果（或蒸果）、剥壳、烘干、脱皮、分级、包装等。果仁需注入二氧化碳或氮气密封包装贮藏。如利用果梨，需每天摘果，及时加工处理，否则容易变质。完全成熟的果梨色泽鲜艳，柔软多汁，味甜微涩，散发特有的芳香。

产销概况　世界每年生产商业性腰果约50万吨，1974年最高达64.8万吨，非洲、亚洲产量占85%以上。自1923年开始腰果仁贸易以来，出口量迅速增加，1972年达10.2万吨。出口腰果仁最多的国家是印度，进口腰果仁最多的国家是美国，占总进口量的50%。1976年进口最多，达5.1万吨，其次为苏联，1974年进口达3.2万吨。　　（江式邦）

药用作物（medical herbs）　含有生物活性成分，用于防病和治病的作物。制药工业原料，加工生药、农药和兽医用药。随着科学技术的发展，其用途日益扩大，还广泛用于营养保健、美容和调味等。

栽培概况　中国、埃及和印度是利用与栽培药用植物最早的国家。15世纪末俄国开始注意采集与栽培药用植物。18世纪50～60年代荷兰和英国先后在印度尼西亚与印度种植金鸡纳获得成功。现在中、南美洲、印度尼西亚及西非地区广泛种植，为提取抗疟疾药物奎宁及治疗心律不齐的药物奎尼丁的原料。19世纪50年代南欧、阿尔及利亚和埃及等成功引种蓝桉，现各国均有栽植，所提取的桉油用作祛痰剂和杀菌剂。20世纪50年代以来，各国十分重视天然药物的开发利用与引种栽培，药用作物的栽培面积日益扩大。大量栽培的有：薯芋，主要在墨西哥及印度栽培，为合成甾体激素的原料；印度萝芙木，主要在印度及泰国栽培，为提取降压药物利血平的原料；吐根主要在南美洲及印度栽培，用于提取治疗阿米巴痢疾药物吐根碱；颠茄及曼陀罗主要在东欧国家栽培，为提取莨菪碱及东莨菪碱的原料；洋地黄主要在欧洲国家栽培，用于制作强心药。其他较大量栽培的尚有：人参，主产于中国、朝鲜、日本、苏联；西洋参产于美国、加拿大；缬草产于欧洲；甘草产于中国、苏联、地中海沿岸和中亚细亚一些国家；丁香产于坦桑尼亚；白豆蔻产于泰国和缅甸等；番泻树产于印度；欧薄荷产于欧洲；长春花产于马达加斯加；沙棘产于苏联、蒙古人民共和国等。与此同时，美国、联邦德国、苏联、日本、法国、印度等国家对药用作物的引种栽培、遗传育种、生物学特性、组织培养等均做了多方面研究，例如选育高含量的金鸡纳、洋地黄、颠茄、薯芋、欧薄荷新品种；薯芋的快速繁殖；日本黄连缩短栽培年限等。

中国是世界上药用作物种类最多的国家，栽培历史悠久。早在2 600多年前，《诗经》已载有枣、桃、梅的栽培，既供果用，又可入药。汉武帝时就建立了引种园，种有红花、大蒜、安石榴等。北魏（6世纪40年代）贾思勰著《齐民要术》记述了地黄、吴茱萸、栀、姜和红花等栽培法。唐宋时代（7～13世纪）栽培技术有空前发展，如唐《千金翼方》、宋《经史证类备急本草》中均记述有完整的药用植物栽培技术。明李时珍（1518～1593）著《本草纲目》中记述了荆芥、麦冬和附子等180种药用植物栽培方法，其他如明王象晋著《群芳谱》（1621）、清徐光启著《农政全书》（1639）、陈扶摇著《花镜》（1688）、吴其浚著《植物名实图考》（1848）对药用作物栽培均有论述，至今仍有参考价值。

1949年以来，随着医药事业的蓬勃发展，各地先后成立药用植物研究机构，进行了大量的资源调查，种质品种的整理和鉴别，调查总结栽培经验，对**人参**、**黄连**、**当归**、**地黄**、**贝母**等重要药用作物进行了大量的科学实验，提高了栽培技术。**天麻**、**灵芝**和**丹参**等已由野生变为家种。重要药用作物如**番红花**、**西洋参**、印度蛇根木和**金鸡纳树**等的引种已取得成功。在调查总结和科学实验的基础上，编写了《中草药栽培技术》和《药用植物栽培》等专著。中药材生产无论从品种和规模上均达到了前所未有的水平，1980年中药材外销五大洲85个国家和地区，出口总额比1957年增加29倍。其中人参、大黄、八角茴香等产量居世界首位。

栽培种类　中国现有药用作物约250种，分属菊科、豆科等80余科。按入药部位分：①根与根茎类有

人参、三七、大黄、当归、地黄、川芎、甘草、附子、麦冬、云木香、黄芪、党参、白术、白芷、黄连、天麻、延胡索、贝母、丹参、牛膝、巴戟天、北沙参、板蓝根、西洋参、太子参、玄参、郁金、黄芩、柴胡、桔梗、半夏、紫菀、明党参、射干、知母、玉竹、白芍、姜、泽泻和山药等。②全草类有穿心莲、细辛、广藿香、薄荷、荆芥、泽兰和紫苏等。③叶用类有毛花洋地黄和古柯等。④花类有金银花、款冬、番红花、红花、洋金花、菊花等。⑤果实种子类有山茱萸、木瓜、五味子、瓜蒌、枸杞、砂仁、使君子、罗汉果、补骨脂、水飞蓟和葫芦巴等。⑥皮类有金鸡纳、杜仲、厚朴、黄柏和牡丹等。⑦树脂和乳汁类有安息香与罂粟等。⑧真菌类有灵芝、茯苓和银耳等。

栽培特点　药用作物种类繁多，生物学、生态学特性各异，其栽培方法也各不相同。大部分药用作物用种子繁殖，一些栽培历史比较短的药用作物仍保留发芽不整齐等野生性状，浸种催芽常可促进种子发芽。有些原产温带的药用作物，种子具有休眠习性，用低温沙藏或高低变温，常能打破休眠而促进萌发。也有相当多的药用作物采用分根、分株或用鳞茎、块根等无性繁殖法，比用种子繁殖的生长年限短，产量高，并能保持母本优良性状。但有时长期无性繁殖易引起退化。如地黄、山药等，需繁育良种，复壮更新。一些菌类药材如茯苓、灵芝、银耳等。培育时需在无菌条件下配制培养基、菌种分离培养及选育复壮等。由于采用了木屑培养、固体培养或液体培养等方法，使产量有了大幅度的增长。有的药用作物寄生在其他植物上，如菟丝子、檀香等，栽培时首先必须伴栽寄主植物，否则不能成功。有的药用植物与其他菌类共生，如天麻，无根无叶，与蜜环菌共生，栽培时须首先培养好蜜环菌等共生菌，否则不能成功。

不同药用作物各有其适宜生态环境，栽培时需满足其对生态条件的需求，注意生态平衡。如砂仁适宜种植在亚热带地区阴湿肥沃的疏林沟谷，也可在砂仁地周围多种植传粉昆虫彩带蜂的蜜源植物，能获高产；种植人参、黄连等喜阴作物需具备一定荫蔽条件。而地黄、洋地黄等为阳性作物，须选用向阳地块种植。当归原产高寒山区，在甘肃岷县育苗地需选海拔2 400米以上的高山地区，大田栽植宜选海拔2 000米以上地区，如引种至兰州即生长不良，早期抽薹率增多，往更低海拔地区（如北京）引种，则不能越夏。甘草、黄芪、麻黄等原产黄土高原，向长江流域引种，因雨水过多，生长不良，易遭病害。薏苡、款冬、泽兰等性喜湿润环境，稍遇干旱即减产。

栽培技术因药用部位不同而异。一般以根及根茎入药的作物，宜选用土壤肥沃、土层深厚、排水良好的砂质壤土，并要求深耕，增施磷钾肥、摘花疏果、培土措施，常能获得增产效果。以花或果入药的作物，需施充足的磷钾肥，并进行整形修剪，花果期保证水分供应。有的品种如砂仁、罗汉果用人工或昆虫授粉能大幅度增产。以叶或全草入药的作物，需施较多氮肥和分期采收，方能提高药材的产量和品质。

药用作物内所含有效成分是防病治病的物质基础，有效成分含量的多寡，受品种、产地、栽培技术、生长年限、采收部位、采收期、干燥加工及贮藏条件等影响，收获时要兼顾产量和有效成分含量两个方面。在引种外地药材时，除注意作物能否正常生长发育外，还需注意有效成分的变化。因此，生态因子、栽培技术对有效成分的影响，有效成分积累动态的研究日益受到重视。科学施肥，合理采收，对提高药材产量、质量有着重要的意义。开展了综合利用等，如从人参地上部分中提取皂甙等，可扩大药源和提高经济效益。

采收与加工　一般根类与根茎类药材，大多数于秋季地上部枯萎至春季植株萌芽以前收获，但贝母、延胡索等则于夏季植株枯萎时收获。因这时地上部营养已向根部集中，根和根茎的产量与质量达到最高蜂；叶类药材在叶片已充分长大，叶色浓绿，叶片肥厚时，于晴天采收。如颠茄、洋地黄等均不宜在连续阴雨天后采收。薄荷叶中油所含薄荷油和薄荷脑及洋地黄叶内强心甙的含量均以中午为最高；收全草的药材一般在蕾期或盛花期采收为宜，因此时有效成分含量高；花类药材宜在花蕾充分膨大但未开放时采摘，如金银花和玫瑰，或在盛花期采摘，如菊花和红花；果实或种子类药材在果实充分成熟时或果实色泽由绿色转为成熟时的色泽时采集；皮类药材一般在春夏之交树液流动时采集，因此时剥皮比较容易，气温升高有利于伤口愈合。

收获后的药材要及时加工和干燥。如洗净、去杂质、去皮、去心、去核、蒸煮等。干燥方法有晒干、阴干及烘干等，无论晒干或烘干均要进行多次才能干透。烘干时温度要适宜，一般含挥发油的药材不宜超过40℃，甙类不宜超过60℃。干燥愈快，有效成分损失愈少。含挥发油的药材，适宜阴干。如厚朴，晒后油分或香味散失，质量下降。

新技术的应用　药用植物的栽培技术研究成果已普遍被采用。如组织培养、细胞培养和快速繁殖等。例如罗汉果的试管苗移植于苗床后，当年即可结薯块，并有大量的苗株栽植于田间；又如通过对怀地黄茎尖的组织培养，获得无病毒植株。运用胚珠试管受精，克服了自交不孕。运用花药培养出怀地黄的纯合二倍体；通过人参组织培养，已能从发酵液中获得人参的有效成分，即人参皂甙，其药理试验证明与人参一样具有活性。采用自动喷灌、滴灌等合理灌溉技术，大大提高了人参的产量。利用无土培养对一些经济价值高的药用作物进行工厂化生产。开展生物防治病虫害的研究等，均已取得一定的进展。　（萧培根　陈　瑛）

椰枣 (date palm)　也称枣椰子、战捷木、海枣．棕榈科海枣属栽培种，学名*Phoenix dactylifera*，L.，常绿乔木．在北非、埃及、叙利亚、伊拉克、波斯湾及西亚地区已广泛栽培；美国及墨西哥也大量引种；中国华南地区也引种成功。成熟果实割下后放置温热的地方使其完全成熟作为糖料食品，鲜果及嫩叶可供食用，切割雄花穗柄时流出的伤流液可提取糖，种子炒焙后磨粉可作咖啡代用品，也可榨油食用，残渣可作饲料。椰枣木材坚硬，可作为建筑材料，叶可编织席子、笼、篮等。

椰枣树高可达30米，叶长达1米多，为羽状复叶，花单性，雌雄异株，果实形状似枣，其味甜美，果实丛生成串，高悬树上，每个枣果长2.54～7.6厘米，棕红色或棕黄色，果形近长方形或圆筒状。

椰枣是一种适应性很强的盐生植物，能在其它植物几乎不能生存的环境中旺盛生长，土壤以深厚的冲积粘质土为宜，含盐土壤对生长有益。如伊拉克的气候一年有5～6个月气温超过49℃，而且冬季有一短暂时间气温可能达冰点或冰点以下，椰枣生长颇好。

用种子繁殖难以成活，通常是用分株和取芽繁殖，幼树长至10～12龄就长出分株和取芽，分株后3～4年后可以由母株分离，移植苗床或即定植大田，株行距9×9米，植前穴中加入沃土和少量复合肥料，植株要荫蔽并保持足够的水分，定植时间最好是早春。考虑到能有效地进行人工授粉，大约每定植50株雌树要配植一株雄树。

椰枣幼苗定植后约4～5年就开花结果，10～15年的成熟树每年可收获果实45～90千克。每年3月至4月开花，雌株的佛焰苞一经开放就能授粉，授粉后四个半月果实开始成熟，椰枣可连续产果60～80年或更久些。
(卓仁松)



椰　枣

椰子 (cocconut palm)　棕榈科椰子属的一个种，学名*Cocos nucifera* L.，单子叶多年生常绿乔木。古称胥馀。经济寿命40～80年，自然寿命70～100年。经济价值颇高，植株各部分均可利用，但主要从椰肉中榨取椰油，为重要的热带木本油料作物。

亚洲、非洲、拉丁美洲热带地区椰子主要生产国所产的椰子，约一半作为鲜果消费，另一半加工成各种商品销售。

1983年世界椰子总产量为348.9亿个，椰干产量为454.8万吨。椰子主要出口国有菲律宾、马来西亚、印度尼西亚、印度、斯里兰卡等。主要进口国有美国、日本以及西欧各国。进出口情况见下表：

1981～1986年全世界椰子产品的产量及进出口情况

年　份	1981	1982	1983	1984	1985	1986
椰果产量(kt)	34 879	35 958	34 193	33 315	37 359	39 453
椰干产量(kt)	4 713	4 925	4 536	3 954	4 869	5 352
椰果进口量(kt)	78	79	89	83	92	92
椰果出口量(kt)	80	82	88	99	95	108
椰干进口量(kt)	396	489	252	311	364	410
椰干出口量(kt)	399	453	256	289	381	403
椰油进口量(kt)	1 404	1 270	1 295	1 049	1 125	1 550
椰油出口量(kt)	1 355	1 259	1 324	991	1 233	1 643

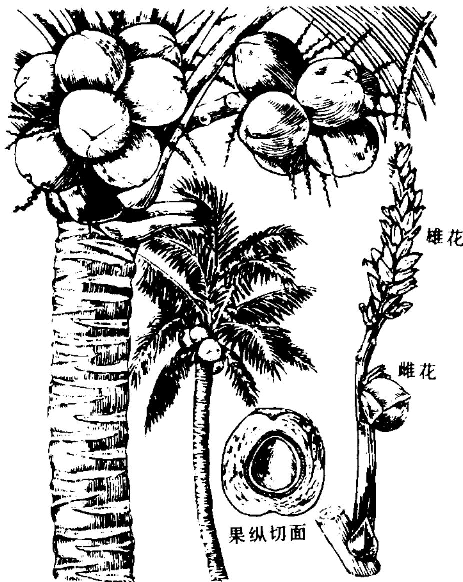
起源与分布　关于起源，众说不一，迄今尚无定论。1910年O．F．库克(Cook)根据中美洲好几种语言均有"Coco"一词，认为起源于美洲。1917年O．比卡里(Beccari)发现东南亚的椰子品种远远超过美洲，认为起源于亚洲。1823年分类学家范·马修斯(Van Martius)在《棕榈植物自然史》(*Historia naturalis Palmarum*)一书中提出，椰子属及其亲缘属的种均发现于美洲，椰子很可能起源于中美洲的西海岸。1947年P．莱帕姆(Lepesme)在其《百科全书》(巴黎版)提出椰子起源于太平洋西南部的美拉尼西亚(Melanesia)。

椰子主要分布于亚洲、非洲、拉丁美洲23°S～23°N之间，赤道滨海地区最多。主要产区为菲律宾、印度、马来西亚、斯里兰卡等国。

中国二千多年前《史记》对椰子已有记载。1984年统计，海南省种植面积1.58万公顷，产果3 863.9万个。主要分布在海南省东南沿海的文昌县、琼海县、万宁县、陵水县、崖县等地，以文昌县最多，约占45%。

形态特征　没有主根，属须根系，由茎基部约40厘米处产生4 000～7 000条不定根及其各级支根(营养根)不定根基部长出的呼吸根组成，同级根大小一致。茎通直，主要由维管束组成，质地坚硬，不易风折。叶由叶柄、中轴、裂片组成。幼苗第一片叶全缘，称"联

合叶"，第二片以后逐渐羽裂成多对羽状全裂叶；裂片全缘，线状披针形；成龄叶长5～7米；有100～120对裂片；叶柄无刺，基部具鞘状托叶。树冠由30～40张叶片组成，螺旋状排列，呈球形或半球形。叶片从茎生长锥分化形成到自然脱落约5年，幼态阶段，约需2年，叶片只具雏形，长10厘米左右，包在茎生长锥外面；迅速伸长阶段，约需4个月，可生长600厘米左右；成熟阶段，从叶片完全展开至脱落约需24～30个月。单性花，肉穗花序，由花轴、花柄、花枝（30～50条）组成。每条花枝上部着生雄花200～300朵。基部着生雌花3～5朵。雄花呈三角锥状，花期15～23天，雄蕊6枚分二轮着生，花被二轮6片。每一花药有花粉11万～22万粒。雌花大，球状，子房上位，柱头三裂，三室，通常只有一室发育。从受精至果实成熟需12个月。果实圆形或椭圆形，由外果皮、中果皮（椰衣）、内果皮、椰肉（固体胚乳）、胚、椰水（液体胚乳）组成（见图1）。



椰子形态

变种与类型　椰子为自然杂交，变种繁杂，名称亦多，分类比较复杂，至今尚未搞清。1949年G. V. 纳拉亚纳（Narayana）和C. M. 约翰（John）按植株高矮、授粉形式分为高种椰子和矮种椰子两个类型。1958年D. V. L. 利亚纳季（Liyanage）认为还有一中间类型椰子。

高种椰子　植株高15～30米，基部膨大，异株授粉，植后7～8年开始结果，单株产量高，椰肉质量好，含油率高，经济寿命长达70～80年。有两个变种：蒂皮卡高椰 *Cocos nucifera* var. *typica* 是普通高种，主要用于商业栽培；斯皮卡塔高椰 *Cocos nucifera* var. *spicata* 花序不分枝或少量分枝，雄花少，发育不良。

矮种椰子　按果实和叶片颜色分为红矮、黄矮和绿矮三类。植株仅高5～15米，自花授粉，植后3～4年开始结果，果小而多，椰肉薄、软，含油率低。经济寿命30～40年。主要作水果、杂交亲本和观赏用。有两个变种：那那矮椰 *Cocos nucifera* var. *Nana*，植株矮小，3年开花，自花授粉；爪哇矮椰 *Cocos nucifera* var. *javanica* 树干比"那那"变种粗壮，果实较大，4年开花，花期不完全重叠，自花授粉为主。

中间类型变种　王椰（*Cocos nucifera* var. *anramtiaca*），植株高度中等，植后7～8年开始结果，花期重叠，自花授粉，肉薄而软，水清甜，可作饮料。

此外还有安得罗佩纳（Andropena），花序分枝200多条，雄花多，雌花少或没有，植株健壮，称"公树"；马卡普诺（Makapuno），果腔充满松软可口的胶状体，称"实心椰子"；塔格纳纳姆（Tagnanam），未成熟时中果皮味甜可吃，称"甜皮椰子"。

选育种　1920年前后，印度、斯里兰卡、印度尼西亚最早开始高种椰子混合选育种。育种目标以高产为主，初期主要重视高产母树和高产树种群的选择，利用种果进行繁殖，至今已有60多年历史，但表现型不一定是遗传型。1950年前后进行高种间杂交育种。1978年斯里兰卡报道，蒂皮卡×蒂皮卡（T×T）而得的CRIC60，每公顷产椰干约3吨。印度尼西亚1982年报道，新赫布里底（New Hebrides）高种×伦纳尔（Renell）高种而得的瓦努阿图杂种，每公顷产椰干4.4吨。这些杂交种的椰干产量均高于普通高种。1950年前后开始高种椰子与矮种椰子的杂交育种。科特迪瓦、马来西亚、菲律宾等国颇重视引种工作，利用本国丰富的种源进行了杂交育种。法国油料油脂研究所在科特迪瓦用马来黄矮×西非高种杂交而得的PB-121，每公顷产椰干约6吨。马来西亚利用相同的亲本杂交而得的"玛哇"（MAWA），每公顷产椰干约7吨。

关于制种方法，可按最优的杂交组合建立隔离种子园。用矮种和高种按一定比例（5∶1或7∶1）混种建立种子园，将矮种去雄，让高种自然授粉，虽然省工，但难以改变杂交组合。建立纯种种子园，将矮种去雄，进行人工授粉，虽然费工，但可以随时改变杂交组合，生产最优杂种。1970年以来多采用后一方法。

1950年前后，在菲律宾科学家用椰子胚培养获得成功。1985年，印度和英国报道体细胞组织培养成功。育种目标不仅在于提高产量和抗病力，而且也注意提高胚乳的蛋白质含量。关于种质交换，1960年以前多采用种果交换，但体积大，携带不便，且易带进病虫害，故1960年以后多采用花粉交换，因为花粉体积小，携带方便，不易带进病虫害。花粉是在低温（－60℃）时真空干燥，封管保存，生活力可维持6年。

栽培技术　年平均温度26～27℃，年温差小，年降雨量1 300～2 300毫米且分布均匀，年光照2 000小

时以上，海拔50米以下的沿海地区最为适宜。中国海南省年平均温度22～24℃，年降雨量1 200～1 800 毫米，15℃以下低温持续时间不长的地区也可种植。

育苗定植　矮种和海南省高种椰子发芽只需40～50天，而西非高种、PB-121杂交种要90～100天。杂交种果小，椰水含量少，应及时催芽。催芽方法：在催芽床上挖沟，深15厘米，宽约20厘米，椰果按45°斜放，紧紧排在沟里，覆土盖住椰果2/3，芽长约20厘米时，选正常的壮苗，按正方形或三角形移植于苗圃育苗，植距40×40厘米。苗龄8～12个月，苗高80～100厘米时，即可选择羽裂早、茎粗、叶脉明显、无畸形的壮苗在雨季初期定植，因此时尚有剩余椰肉可为继续生长提供养分、成活率高。植穴一般长宽深为60×60×70厘米，但台风多、常风大的地方，植穴要求100×100×100厘米。每穴施有机肥30～40千克及少量磷肥及食盐做基肥，覆土以盖住椰果为度，覆土面离地面30厘米左右，让其自然淤平。如有缺株，应在头一年补植

定植密度和形式　根据变种特性和是否间作，确定定植密度和形式。一般高种椰子150～180株/公顷，杂交种椰子195～210株/公顷，矮种椰子225～240株/公顷　种植形式有正方形、长方形、三角形等。

椰园管理　植后头三年生长缓慢、抗性差，故要及时除草、施肥、预防兽害。为了充分利用土地、光能，增加单位面积经济效益，椰园内宜间种可可、咖啡、胡椒、香蕉、菠萝等作物，或种植豆科覆盖作物。

N. G. 皮莱(Pillai)和T. A. 戴维斯(Davis)提出，每公顷种175株椰子，每年消耗养分：氮56.2千克，磷13.0千克，钾70.9千克，钙34.3千克，镁12.6千克。成龄树(8龄以上)采样标准为完全羽化叶(从心叶向外)第14片叶(此片叶花序上有拳头大的幼果)，每个样品最少要15株，一般为25株，每株3对裂片长约20厘米(裂片中部)。Y. 费里蒙(Fremond)等人根据法国油料油脂研究所的研究资料，提出第14片叶养分临界水平为：氮1.80～2.00%(以干物质为基数之比，下同)，磷0.12%；钾0.80～1.00%，钙0.50%；镁0.30%；钠不定(最高0.40%)；铁50(干物质的ppm，下同)，锰60。低于临界水平，就要适当施肥。施肥方法：在距树基约2米处挖环状浅沟，撒施氮、磷、钾肥并沟施有机肥。还常使用氯肥，认为氯是一种重要元素。

病虫害防治　致死性黄化病Lethal yellowing，鉴定为类菌质体(MLO)引起，100多年前发现于加勒比海地区，现分布于开曼群岛(Cayman Islands)、牙买加、美国佛罗里达州等地。败生病(Cadang-Cadang)，一种毁灭性病害，仅发生在菲律宾吕宋岛、比科尔半岛(Bicol peninsula)、萨马岛(Samar Island)等地。在比科尔半岛发现，近40年来已致死椰子约3 000万株。病原为ccRNA-1与ccRNA-2这两种类病毒。根萎蔫病(root wilt disease)，分布于印度，病因不明。红环病(red ring disease)，分布于中美洲，由红环线虫*Rhadina phelencus eoeophilus* Goodey引起的病毒病。该虫由棕榈象甲传布。致死性萎蔫病*Phtomonas staheli*，发现于巴西、苏里南等南美国家。维管束组织被一种锥体鞭毛虫阻塞，叶片枯萎，导致整株死亡。灰斑病*Estalotropsis palmarum*发生普遍，为害老叶，病叶提早衰老，最后整株枯死。还有褐斑病*Helminthos porium* sp.、苗萎蔫病*Marami ellos* sp.等。

主要虫害，在中国仅二瘤犀甲*Oryctes rhinoceros*为害较严重，广泛分布于海南省及雷州半岛徐闻地区。取食未展开的心叶，有时成虫钻入叶柄为害，咬成直径5～8厘米圆形或椭圆形巨洞，遇到强风时，叶片即被吹断。严重被害植株，仅存8～12片叶，有时伤及花苞，造成歉收；更严重的是从叶部一直向下为害，破坏生长点，最后整株死亡。在严重被害植区致死率可达68%以上。防治方法：摧毁繁殖场所，在椰园种植爪哇葛藤等覆盖作物，防止二瘤犀甲在残留树桩上产卵和羽化成虫，效果良好。此外还有红棕象甲(*Rhynchophorus ferrugineus*)、椰圆蚧(*Aspidiotus destructor*)、棕榈象甲(*Rhynchophorus palmarum*)、单角犀甲(*Oryctes monoceros*)、缢胸椰叶甲(*Promecotheca cumingi*)、椰心叶甲(*Bron tispa longissima*)等，可在局部地区零星发生，但不严重。

收获、加工和利用　椰子从受精到成熟需要12个月。提前一个月、两个月、三个月收获，椰干含油量分别下降6%、16%和33%，故必须在果实完全成熟时收获。主产品椰肉约含脂肪33%、蛋白质4%，可作水果生吃，或榨取椰奶用以做菜和糕点，或配制糖果和饼干，或加工椰子酱等。

椰果主要加工成椰干(copra)，剖开椰果，去掉椰水，将椰肉干燥至含水6～7%即成。约6 000个椰果加工成1吨椰干。L. 西尔索(Silsoe)1963年9月提出椰干初步分级标准为：含水量6.5%以下的为一级；6.6～8%的为二级；8～10%的为三级；超过10%的为等外品，一律淘汰。然后进行外观检验，根据颜色、清洁度、气味等确定椰干的最后等级。

椰干主要加工成椰油(coconut oil)。椰干出油率65～75%，椰油通常无色或淡黄色，溶点20～26℃，不溶于水，溶于石油醚、苯、四氯化碳。椰油成分：羊油酸0.2～0.5%，羊脂酸5.4～9.5%，羊蜡酸4.5～9.7%，月桂酸44.1～51.0%，豆蔻酸13.1～18.5%，棕榈酸7.5～10.5%，硬脂酸1.0～3.2%，花生酸0.2～1.5%，油酸5.0～8.2%，亚油酸1.0～2.6%。饱和酸占91%，不饱和酸占9%。皂化值高达248～264，碘值较低，只7.0～11.0%，消化系数高达98%。主要是工业用油，为制皂的优质原料，发泡力强可制高级香皂、牙



膏等。制皂的副产品甘油产量达13～14%，具有重要商品价值。椰油经过精炼可制食用油、人造奶油。椰子油硬脂(cocostearin)是糖果工业的重要用脂。

20世纪60年代以来，用椰果加工成的食品椰干(desiccated coconut)日益增多，即将新鲜椰子去皮、去壳，再削去种皮，在严格的卫生条件下加工成椰丝、椰条、椰块、椰片、椰蓉等食品原料。1960～1980年，大量采用椰子湿法加工，即将新鲜椰子去皮、去壳、磨碎、压汁，用离心机分离后制成椰子蛋白、椰子奶粉、无色椰油。椰肉渣干燥后可磨成椰子粉。

椰干榨油后的残渣为椰麸(poonac)，含脂肪15%、蛋白质14%、碳水化合物46%，可配制成各种饲料。椰衣纤维(coir)可制造绳子、扫把、地毯等。20世纪70年代以来，用椰衣纤维加橡胶或泡沫橡胶制造床垫、沙发垫、汽车座垫等。椰壳(coconut shell)质地坚硬，冷热不变形，主要用以制优质活性炭，或加工成椰雕、乐器等工艺品。椰子水(coconut wator)含有维生素B和C、激素、糖等成分，是热带地区人民喜爱的一种清凉饮料。椰木(coconut wood)质地坚硬，花纹美观，可做家具和建筑材料。未开放的肉质花序，可割取椰花汁酿制椰花酒(coconut toddy)，或提炼椰汁糖等。椰子综合利用产品达360多种，故国外有"宝树"之称。

参考书目

R. 蔡尔德著，张治仙译：《椰子》，农业出版社，北京，1984。(R. Child, *Coconut*, secand, London, 1975)

Thampam, P.K., *Hand book on Coconut Palm*, 1981.

(毛祖舜)

野大麦(wild barley)　禾本科大麦属中的一个种，学名*Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link.，多年生草本植物。又名菜麦草，大麦草，野黑麦。为饲草作物。分布于中国的东北、内蒙古、华北、西北及川、藏等省(自治区)。在苏联的外黑海，西伯利亚及蒙古人民共和国也有野生分布。



野　大　麦

须根系稠密，具细而短的根茎，疏丛型；茎直立，茎部节常膝曲，高40～100厘米；叶线型，绿或灰绿，叶面粗糙或具微毛，叶背光滑；穗状花序，成熟时微紫色，穗轴上每节着生小穗3枚，两侧较小，或发育不全或为雄性；护颖呈针状，内外颖等长，颖果约为其半长。种子成熟时易脱落(见图)。

喜湿润，在低湿地、河滩地生长良好。耐盐碱，耐瘠薄，也抗寒、耐旱。分蘖和再生力强，耐放牧和践踏。在中国东北表现返青期较早，生长发育速度快。可春播或夏播。条播行距15或30厘米，每公顷播量15～25千克。调制干草在抽穗前进行为宜，过晚草质迅速老化，质量下降。花期干草含水分13.5%，粗蛋白质9.66%，粗纤维36.26%，粗脂肪2.44%，无氮浸出物31.00%，灰分7.14%；结实期粗蛋白降到6.02%，粗纤维增加到41.09%。在收获种子时，由于其穗轴易折断，落粒性强，因此在半数种子变黄时要抓紧收获。

(洪绂曾)

野火球(wild clover)　豆科三叶草属的一个种，学名*Trifolium lupinaster* L.，多年生牧草。又称五叶草。原产于中国，分布于东北、内蒙古等地区，日本、朝鲜、苏联等国家也有分布。

茎四棱形，高30～40厘米，有微毛，直立或斜上。掌状复叶，有3～7片小叶。小叶长椭圆形或披针形，叶缘有细齿，中肋明显，托叶膜质，鞘状，包于茎上。总状花序，顶生或腋生，球形，由5～15朵小花组成，花浅红色或紫红色。荚果长，扁平，每荚含种子2～6粒。抗寒性强，耐盐碱，对土壤要求不严，在中国东北地区pH5～7的微酸性黑土地带生长茂盛。在表土肥厚的倾斜地和丘陵山麓与河岸也生长良好，产量中等，营养价值高，各种家畜均喜食。(梁祖铎)

野糜子(wild broom-corn millet)　禾本科黍属一年生草本植物。又名野黍、野稷，别名皂糜、糜黑子，古名穄，是栽培黍的伴生杂草。常用学名*Panicum miliaceum* L.。日本植物学家北川政夫于1937年首次把野黍定为一个变种*P. miliaceum* var. *ruderale* Kitag.。苏联禾草学家于1968年把它提升为亚种，改名为*P. miliaceum* spp. *ruderale* (Kitag) Tzvel。也有人把它作为一个种独立出来，即*P. ruderale* (Kitag.) Chang comb. nov.。"野黍"一词使用上十分混乱，中国检疫性杂草*Ericchloa villosa* (Thunb.) Kunth植物学也称野黍；某些与栽培黍同属不同种的一年生野生草本植物有人也称野黍。上述两种野黍与本条目介绍的野糜子是不同的种。

分布　广泛分布于中国的华北、东北、西北地区，是内蒙古、陕西、河北、宁夏、甘肃等省(自治区)栽培黍的伴生杂草；在辽宁的林缘草地或草地上，新疆布尔津河岸边和林缘地为野生植物；苏联的中亚、西伯利亚和蒙古人民共和国也有广泛分布。在美国、匈牙利等国为玉米和豆类的田间杂草。

形态与特性　形态上与栽培黍相似，差别之点是：①穗型更松散，小穗柄顶端全部或部分有关节；②分蘖、分枝能力更强；③茎秆略细，叶片较窄，叶色较深；④种子颜色只有黑条灰色和深褐色；⑤籽粒较小，内外稃较厚。特性与栽培黍也相似。差别之点是：①生育期较短，但单株的成熟期拖得较长；②种子随熟随落；③同年成熟的种子休眠期长短不一，经干湿交替后能打破休眠，正常发芽；④只有粳型无糯型。

危害与防治　野糜子除在田间与黍争水、争肥，影响黍的正常生长外，粒小皮厚的，其籽粒在收获时混在黍中，碾米时不能去壳，降低了黍米的食用品质。同时，由于野糜子与栽培黍的染色体数相同（$2n=36$），能天然杂交，会加速黍品种的混杂退化。传播的主要途径是土壤，也可通过种子传播。栽培黍收获时常有少量具有发芽能力的即将成熟的野糜种子留在植株上，随同栽培黍一同收割，这是远距离传播的主要途径。防治措施主要是：①植物检疫。防止传入没有野糜子的地区。②轮作。间隔时间两年以上。③选用有效的除莠剂。④掌握好播种期。播种季节遇雨，若时间允许，待野糜种子发芽后再播种黍，以消灭播种行内的野糜子。⑤锄净野糜。凡是不在播种行内的类似黍的幼苗，多数为野糜，应该全部锄掉。⑥抽穗后拔除植株。抽穗后野糜与栽培黍容易区别，应在野糜种子成熟前拔除田间植株。　（魏仰浩）

野生大豆 (wild soybean)　尚未经过人类选择和栽培的大豆属*Glycine* 的一年生和多年生草本植物。其中一年生野生大豆*G. soja* Sieb. et Zucc. 曾用名*G. ussuriensis* Regel et Maack为栽培大豆*G. max* (L.) Merr. 的近缘野生种。

分类　大豆属由两个亚属组成（见表1）。*Glycine* 亚属有12个种，全部为多年生。主要分布在澳大利亚。具有抗大豆锈病、白粉病，耐旱等特性，有潜在利用价值。中国的多年生种有*G. tomentella* 和 *G. tabacina*，福建沿海干旱荒坡上有这两个种生长。*soja* 亚属由野生大豆*G. soja*和栽培大豆*G. max* 组成。*G. soja* 仅分布在亚洲的中国、朝鲜、日本以及同中国毗邻的苏联远东地区。

在中国分布范围极广，从黑龙江北部（52°55′N）到广东、广西北部（近于24°N）。东起黑龙江省抚远县（135°E），西北到甘肃省景泰县（104°E），西南到西藏自治区察隅县（97°E）。台湾省北部也有分布。*G. soja* 种内根据叶形划分为两个变种，即卵叶野生大豆*G. soja* var. *ovata* Skv.和狭叶野大豆 *G. soja* var. *lanceolata* Skv.。《东北草本植物志》中将狭叶野大豆改为变型。1980年黑龙江省野生大豆考察之后，根据叶形又划分了三个变型，即短叶野大豆*G. soja* f. *brevifolia* (Kom) L. Z. Wang、线叶野生大豆*G. soja* f. *lenearifolia* L. Z. Wang comb. nov 和宽叶野生大豆*G. soja* f. *latifolia* L. Z. Wang。

表 1　大豆属植物

种		分　布
Glycine 亚属		
G. arenaria	Tind. MS	澳大利亚
G. argyrea	Tind.	澳大利亚
G. canescens	F.J.Herm.	澳大利亚
G. clandestina	Werndl.	澳大利亚
G. curvata	Tind.	澳大利亚
G. cyrtoloba	Tind.	澳大利亚
G. falcata	Benth.	澳大利亚
G. latifolia	(Benth.) Newell & Hymowitz	澳大利亚
G. latrobeana	(Meissn) Benth.	澳大利亚
G. microphylla	(Benth.) Tind. MS	澳大利亚
G. tabacina	(Labill.) Benth.	澳大利亚、中国南部、琉球群岛、南太平洋岛屿
G. tomentella	Hayata	澳大利亚、中国南部、菲律宾、巴布亚新几内亚
Soja 亚属		
G. soja	Sieb. & Zuce.	中国、朝鲜、日本、苏联
G. max	(L.) Merr.	栽培

栽培大豆和野生大豆之间缺少种的区别，无种间隔离现象。它们之间的杂交、结实、后代遗传行为和

表 2　野生大豆与栽培大豆性状的比较

性　状	野生大豆	栽培大豆
生长习性	蔓生	直立
茎秆粗细	小而细	粗
结荚习性	无限	有限或无限
叶大小	小	大
小叶形状	椭圆或披针	卵圆或披针
花色	紫或白	白或紫
荚大小	小而窄	大而宽
荚色	黑为主	褐淡褐为主
炸荚性	极易炸	不易炸
茸毛色	褐	灰或褐
百粒重	2克左右	10克以上
种皮色	黑	黄为主
泥膜	有	无
种皮透水性	不易透水	易透水
蛋白质含量	高	较低
油分含量	低	较高
亚麻油酸含量	高	较低
短日性	强	较弱

大豆品种间杂交是相似的，但由于形态上的长期分化，生长习性的明显差别，分别在野生及栽培条件下繁衍，才将它们列为两个种，从表 2 的性状比较中可以看出野生大豆与栽培大豆的区别。

在自然选择作用下，野生大豆虽然产生很多变异，如主茎分化较明显，叶片增大，籽粒变大，种皮色变淡，泥膜消失等。但野生性状如细茎、蔓生、缠绕性强、极易炸荚等仍普遍存在，所以它们仍属野生大豆。

有人将种皮褐色或黑色，百粒重4～5克的类型定为大豆属的一个种即半野生大豆*Glycine gracilis* Skv.，并在该种下列出四个变种。中国科学院植物研究所（1955）编辑的《中国主要植物图说（豆科）》一书中，将 *G. gracilis* 称为细茎大豆，《东北植物检索表》（1959）称为"宽叶野生大豆"。有人不同意给予该类型以种的地位，因为*G. gracilis* 的染色体数目、大小和 *G. max* 相同，它和栽培大豆交配结实正常，缺少质的差别，形态上也不存在明显的种的界限，实则是栽培大豆丰富变异中的一种类型。还有人认为 *G. gracilis* 是 *G. max* 和*G. soja* 天然杂交产生的一种类型。

特征　野生大豆，又名䝁豆，一年生草本。细茎、蔓生、主茎与分枝分化不明显，缠绕性极强。植株高度从10多厘米到 6 米多。第一对叶片单叶对生，此后即为互生的羽状三出复叶。小叶多卵圆形、椭圆形，也有披针形以至线形，叶大小变化很大。叶片小的长 2 厘米左右，宽不足 1 厘米，叶片大的与栽培大豆相近。蝶形花、较小，着生在短总状花序上。花色有深紫、紫红、浅紫色，极少数为白花，荚果多弯镰形，少数直筒形，每荚有种子1～4粒，成熟荚极易炸裂。植株的茎、叶、花以及荚皮上生有褐色茸毛，籽粒长椭圆形，种皮黑色有泥膜，子叶黄色，百粒重1～3克。多呈群落分布。

中国野生**大豆种质资源**中有丰富的变异类型，除大量存在的典型野生大豆外，主要的变异类型有白花野生大豆、线叶野生大豆、长花序野生大豆、黄种皮野生大豆、绿种皮野生大豆、双色种皮野生大豆、泥膜消失种皮黑色有光泽的野生大豆等。其中有些表现出一定的进化程度，这些类型在分类与育种上是很有意义的材料。

野生大豆喜湿，多生长在河边、渠旁、芦苇塘边缘、排水沟边等潮湿处，干旱地方难以找到野生大豆。喜光，和攀缘植物竞相争光，背阴环境没有野生大豆生长。野生大豆喜中性土壤，但在轻盐碱地上也能生长，沿海岛屿的海滩上也发现有野生大豆。种子种植在－30℃的低温下能安全越冬，适应性较强。

利用　野生大豆蛋白质含量远高于栽培大豆，最高达55%。具有结实多、抗逆性较强等特点，又由于野生大豆与栽培大豆杂交后代结实正常，是大豆育种的重要种质来源。利用野生大豆与栽培大豆杂交，已选育出蛋白质含量达46%，百粒重10克以上，茎秆直立，种皮黄色的优良品系。

由于野生大豆籽粒很小，存在炸荚、蔓生性等野生性状，因此在杂交利用时，要注意选好亲本，以进化程度高、籽粒较大的有限结荚习性品种做亲本，效果较好，后代中易选出理想的材料。还可以利用野生大豆为亲本，经过杂交创造中间材料，然后再进一步与栽培品种杂交，以选育优良品种。

野生大豆在大豆遗传、生理生化、起源演化等方面的研究中也是重要材料。作为饲草也有很大利用价值。

大豆属多年生野生种与栽培大豆杂交已在研究中，通过幼胚的组织培养已获得植株，但尚未结实。

（常汝镇　李福山）

野生大麦（wild barley）　自然界自行繁衍的大麦属*Hordeum* L.植物。比栽培大麦较耐寒、耐旱、耐瘠、耐盐碱、抗病，可作为**大麦**品种改良的**种质资源**，在生产中通常用作改良盐碱地的前期牧草来种植。

全世界**大麦属**植物多数是野生大麦，除禾谷亚属 subgenus *Hordeum* 中有栽培大麦和半野生大麦外，同颖亚属subgenus *isoglume* 和异颖亚属 subgenus *Heteroglume* 中的种全为野生大麦。它们大多数为多年生。



图 1　短芒大麦草

野生犬麦主要分布于世界的温带，以西亚和中亚地区种类最多。中国原产的野生大麦现知共有4种，都属于同颖亚属直刺颖组 *Section stenostachys* Nevski。它们主要分布于昆仑山、黄土高原以北和东北平原以西的地带，西边与中亚相接，实为中亚多年生野生大麦草的连续分布区，其中以短芒大麦草 *Hordeumbrevisubulatum* (Trin) Link 染色体数2n＝14，28（见图1）。分布最广，在中国森林带以西的草原、荒漠化草原、荒漠以及高山草原的边缘均有分布，即从东北的西部经内蒙古自治区、河北省的北部、陕西省的北缘、宁夏回族自治区北部、甘肃省西部至新疆维吾尔自治区的北部和西南边缘。紫野大麦草 *H. violaceum* Boiss. et Huet.，染色体数2n＝14（见图2）。在中国分布于干旱草原、荒漠草原和高山草甸草原的边缘，即东起大兴安岭西麓，西至贺兰山东麓，南自长城，北到中蒙边界一带；在青海省东北部和甘肃省天祝地区也有分布。布顿大麦草 *H. bogdanii* Wilensky，染色体数 2n＝14（见图3）。



图 2　紫野大麦草

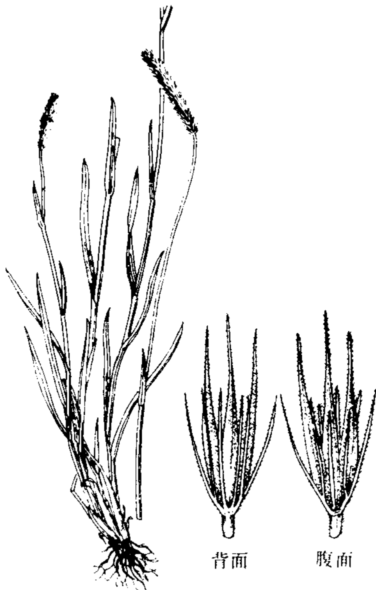


图 3　布顿大麦草

分布于荒漠地带，东起贺兰山西麓，西至中苏边界，南自柴达木盆地，北到中蒙边界，均有分布。糙稃大麦草 *H. turkestanicum* Nevski（见图4）在中国仅分布于西部边远的荒漠草原，即从新疆维吾尔自治区的昭苏、特克斯两县到西藏的日土县及狮泉河一带。多年生野生大麦的分布区与一年生半野生大麦的分布区是以昆仑山、祁连山为分界线的，但在其东端相交汇。交错地区在青海省东北部，也就是高原气候和荒漠的过渡地区。

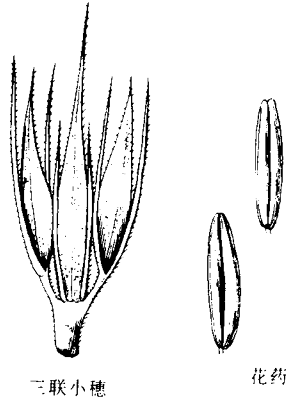


图 4　糙稃大麦草

中国引种的野生大麦，有同颖亚属弯软颖组 Section *critesion* (Rafin) Nevski 的芒颖大麦草 H. jubatum L.，染色体数2n＝28，异颖亚属球茎组 Section *Bulbohordeum* Nevski 的球茎大麦 *H. bulbosum* L.，染色体数 2n＝14，28（见图5）。异颖亚属毛穗组Section *Trichostachys* Dum 的滨海大麦 *H. marinum* Huds，染色体数2n＝14，28；灰毛大麦 *H. murinum* L.，染色体数2n＝14，28；兔唇大麦 *H. lepo-*


图 5　球茎大麦

rinum Link，染色体数2n＝14，28，42。

（郭本兆　王世全）

野生稻（wild rice）　稻属野生种的泛称，通常还包含野生种与栽培种天然杂交形成的杂草型后裔。

关于**稻属分类**历来有不同见解。1931年R．J．罗舍维兹（Roschevicz）在前人工作基础上，全面研究了稻属分类，在其分类检索表中提出了19个种，并根据植株性状和地理分布把19个种分为四组；其后，A．薛瓦利埃（Chevalier，1932）、D．查特尔吉（Chatterjee，1948）、S．萨姆帕思（Sampath，1962）、馆冈亚绪（1963）、N．M．纳亚（Nayar，1973）和张德慈（1976）等又陆续对稻属分类作了修改和补充，但至今尚未得出统一定论。

多数人公认的稻属的种有22个（见表）。其中有两个栽培稻种，即非洲栽培稻（又名光身稻）、亚洲栽培稻（又名普通栽培稻）。在20个野生稻种中，迄今在中国仅发现3种，即普通野生稻、药用野生稻和疣粒野生稻。分布范围南起海南省崖县（18°09′N），北至江西省东乡县（28°14′N），东起台湾省（121°E），西至云南省盈江县（97°56′E）。福建、湖南、江西等省有普通野生稻，广西壮族自治区有普通野生稻及药用野生稻，台湾省有普通野生稻和疣粒野生稻，广东、云南两省则三种野生稻均有。至于与普通野生稻近缘的一年生的尼瓦拉野生稻，其分类地位在中国尚未确立。

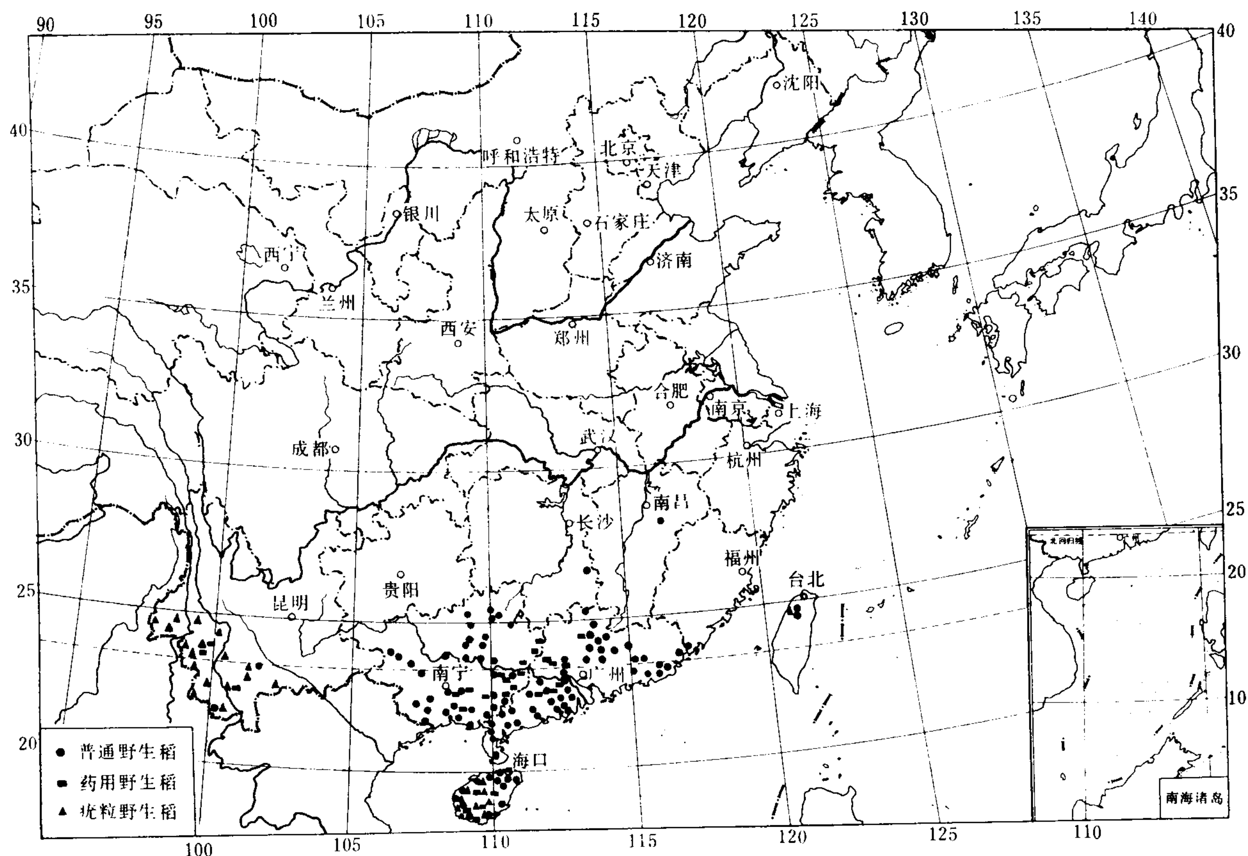
普通野生稻（*O. rufipogon* W.Griffith）　在中国以往沿用的学名为 *O. sativa* L. f. *spontanea*。E. D. 墨里尔（Merrill）曾于1917年在广东省罗浮山麓至石龙平原发现普通野生稻。1926年丁颖在广州市郊犀牛尾的沼泽地中也有发现。1935年台湾报道的 *O. formosa* Masamune et Suzuki 也就是这种普通野生稻。此后，又陆续有发现普通野生稻的报道，证明其分布北限为25°11′N。20世纪80年代初，在江西省东乡县（28°14′N）也发现了普通野生稻，其分布极限又向北推进了3度（见图）。

普通野生稻是多年生沼泽地植物，喜温、感光性强、水生，对土壤适应性广，一般宜微酸性，少数可适应微碱性土壤，但在海水经常倒灌处未见生长。其分布海拔高度在600米以下。出穗期因原产地不同而异，在广州种植时为9月下旬至11月下旬。

根为须根，发达，从地上部接近地面的茎节或在水中的茎节也能长出不定根。茎成匍匐状，有高节位分枝及须根，无典型的地下茎。部分植株还有随水位加深，茎长随之延伸的特点。株高在60～300厘米之间，通常为100～250厘米，地上部节间数一般有6～8个，多者达12个。叶鞘及茎基部节间多呈紫色或淡红色，

稻属种别及其染色体数、染色体组和地域分布（Chang Te-tzu，1985）

种　名	染色体数	染色体组	分　布
O.alta Swallen（高秆野生稻）	48	CCDD	中美、南美
O.australiensis Domin（澳洲野生稻）	24	EE	澳大利亚
O.barthii A.Chev.（*O.breviligulata*）（巴蒂野生稻）	24	A^gA^g	西非
O.brachyantha A.Chev. et Roehr.（短药野生稻）	24	FF	西非、中非
O. eichingeri A. Peter（紧穗野生稻）	24，48	CC,BBCC	东非、中非
O.glaberrima Steud（非洲野生稻）	24	A^gA^g	西非
O.glumaepatula Steud（*O.perennis* sp. *cubensis*）（长粒野生稻）	24	$A^{cu}A^{cu}$	南美、西印度群岛
O. grandiglumis (Doell) Prod.（重颖野生稻）	48	CCDD	南美
O.granulata Nees et Arn. ex Hook f.（颗粒野生稻）	24	—	南亚、东南亚
O.latifolia Desv.（宽叶野生稻）	48	CCDD	中美、南美
O.longiglumis Jansen（长护颖野生稻）	48	—	新几内亚
O.longistaminata A. Chev.et Roehr.（*O.barthii*）（长药野生稻）	24	A^lA^l	非洲
O.meridionalis N.Q.Ng（南方野生稻）	24	—	澳大利亚
O.meyeriana (Zoll.et Morill ex Steud) Baill（疣粒野生稻）	24	—	东南亚、中国南部
O.minuta J. S. Presl ex C.B. Presl（小粒野生稻）	48	BBCC	东南亚
O.nivara Sharma et Shastry（*O.fatua, O.sativa* f. *spontanea*）（尼瓦拉野生稻）	24	AA	南亚、东南亚、中国南部
O.officinalis Wall. ex Watt（药用野生稻）	24	CC	南亚、东南亚、中国南部
O.punctata Kotschy ex Steud（斑点野生稻）	48，24	BBCC,BB(?)	非洲
O.ridleyi Hook f.（马来野生稻）	48	—	东南亚
O.rufipogon W. Griffith（*O. perennis, O. fatua, O. perennis* subsp. *balunga*）（普通野生稻）	24	AA	南亚、东南亚、中国南部
O. sativa L.（亚洲栽培稻）	24	AA	亚洲
O. schlechteri Pilger（极短粒野生稻）	—	—	新几内亚



中国野生稻分布示意图

深浅不一，间有绿色者。茎粗一般0.4～0.6厘米。分蘖力强。其营养根茎的宿根越冬性强。叶狭长，一般长15～30厘米，宽0.5～1.0厘米，剑叶长12～25厘米，宽0.4～0.8厘米；叶开张角度大(90°～135°)。叶耳黄绿或淡紫色，具有长茸毛。叶舌膜质，有紫色条纹，顶部尖，无茸毛。叶枕无色或紫色。穗为圆锥花序，散生，穗颈较长，一般20厘米以上，穗长10～30厘米，枝梗少，通常无第二次枝梗。一般每穗20～60粒，多者可达百余粒。外颖顶端红色并具浅色坚硬的芒，芒长约2.5～8厘米。正常天气上午9～12时始花，柱头紫色，外露，结实率30～80%。内外颖于开花期为淡绿色，成熟期为灰褐或黑褐色；护颖披针状，顶端尖。籽粒狭长，一般0.7～1.0厘米，宽0.2～0.3厘米，千粒重19～22克。极易落粒，边成熟，边掉落。成熟期种皮红色，米粒大多无垩白，呈玻璃质。

药用野生稻（*O. officinalis* Wall. ex Watt）1949年前，在云南省景洪县车里河曾有发现。1954年广东省郁南县在与广西壮族自治区岑县交界的山谷低洼肥沃地方又有发现。其后报道渐多。因其对生态条件的要求较为严格，分布范围比普通野生稻狭小，主要在广东、广西、云南三省(自治区)，北限为24°17′N。

药用野生稻为多年生植物，喜温而不耐炎阳，喜湿而不宜深水，耐肥，适于酸性土壤，一般生长于荫蔽湿润而腐殖质丰富的山谷溪水旁，分布海拔高度，在广东省为50～400米，在广西壮族自治区为25～450米，在云南省为520～1 000米。出穗期一般在9月至10月。根系发育一般，具有明显地下茎。植株高大，茎较散生，地上部有5～18个茎节，一般为12～15个节，其中约5～11个为伸长节间。株高200～300厘米，高的可达480厘米左右，矮的仅约90厘米。叶片较宽而长，倒数第二、三叶长者可达120厘米左右，宽度最大者约达4.6厘米。剑叶较短，一般长14～40厘米，宽1.3～2.5厘米，叶开角为90°～135°。叶鞘及节间多呈绿色，个别为淡紫色。叶耳不发达，黄绿色。叶舌短，革质呈三角形。穗颈特长，一般21～70厘米，最长可达142厘米。穗枝散，主轴基部节上有轮生枝梗，上部互生，共约10～16个枝梗，一般只有第一次枝梗。穗大粒多，穗长30～58厘米，每穗200～300粒，多者可达千粒，结实率较低。穗上部小穗具短芒或无芒，芒长0.4～1.2厘米。小穗短圆细小，长0.4～0.5厘米，宽0.2～0.26厘米。每天上午5时左右始花，柱头外露。内外颖在开花期为青绿色或间有二条紫色条纹，颖壳外缘有茸

毛，颖尖紫色或淡紫色。成熟后灰褐或灰黑色。有边成熟，边落粒的特点。种皮红色，不少类型米粒无垩白，玻璃质。

疣粒野生稻 *O. meyeriana* (Zoll. et Morillex Steud) Baill 中国疣粒野生稻的小穗长度在4.5～7.0毫米之间，馆冈亚绪定名为 *O. meyeriana* ssp. *granulata*，而按国际水稻研究所的分类标准则可定名为 *O. granulata*。而 *O. meyeriana* 与 *O. granulata* 的性状甚为近似，可否归并为一个稻种，尚待研究。

1926年在台湾省发现疣粒野生稻。1932及1933年中山大学植物研究所在海南省崖县南山岭下和小抱扛田边发现。1958年，云南省思茅县农业技术推广站在普洱县也有发现。分布范围较狭小，在海南、广东、云南、台湾四省，其北限为24°43′N。

疣粒野生稻的生态特点是旱生喜荫，生长在灌木林、竹林下，以至橡胶树林边等阳光散射不强或荫蔽山坡上，与杂草共栖、丛生或散生。分布海拔要比普通野生稻及药用野生稻为高，在海南省为50～800米，在云南省为425～1 000米。

根为须根，不发达。具地下茎，多年生。植株矮，丛状散生，株高40～110厘米，一般为50～60厘米。茎纤细，圆形，有6～8个节。茎节似竹子，基部节间几乎实心，平滑无毛。分蘖从地上基部和地下茎节长出，也能从地上节的叶鞘内长出。在土中的初出分蘖顶部尖，基部转粗，如竹状。叶呈短披针形，叶色深绿，叶片坚硬，有些类型叶片光滑无毛。叶长约30厘米，宽约1.7厘米，剑叶短小，通常长约 10 厘米，宽约 1 厘米。叶鞘绿色或微带紫色，叶舌近半圆形，叶耳不明显。穗轴短，单轴或基部偶有第一分枝。穗长6～11厘米左右，粒数少，一般10粒左右，最多21粒，形成简单圆锥花序。谷粒紧贴穗轴，其着生位置的关节较其他种平整。自然群落的出穗期为 4 月至10月中下旬，一般在午夜3～4时开花，结实率高，籽粒充实，小穗倒卵圆形，护颖小，颖面无毛，有不规则的疣粒突起，是其特点。颖绿色无芒。花药柱头白色。粒长有两类，长者6.0～7.0毫米，产于海南省；短粒为4.5～5.5毫米，产于云南省思茅地区。成熟后谷粒多呈紫黑色，米皮多红色。

在三种野生稻中，以普通野生稻与亚洲栽培稻的亲缘关系最为接近，杂交亲和性好，杂种结实正常。在稻种起源上，现已公认其为亚洲栽培稻的祖先。由于野生稻对环境条件有较强的适应性和抗逆性，或具有特殊的遗传性状，在水稻品种改良上有重大利用价值。例如我国70年代育成的核质互作型籼稻雄性不育系，就是通过“花粉败育型野生稻”的利用而育成的。再如国际水稻研究所在寻求对草丛矮缩病病毒的抗源时，最后是在原产印度的尼瓦拉野生稻的一个系统中找到，从而育成了抗草丛矮缩病的一系列新品种。此外，在中国普通野生稻资源中，也初步鉴定出不少抗白叶枯病、稻瘟病、褐飞虱、稻瘿蚊以及耐涝、耐寒的系统，将是水稻育种中的宝贵原始材料。

（闵绍楷）

野生花生的利用 (utilization of wild species of peanut) 花生属植物中除栽培种外，具有遗传属性的二倍体和四倍体野生种，是花生品种改良的潜在基因库，也是研究花生属遗传变异、分类、演化和起源的基本材料。

分类 栽培种花生（*Arachis hypogaea* L.）1753年由林奈命名时，花生属仅有这一个种。已被国际上学者接受、经过正式描述的共有23个。阿根廷A. 克拉波维卡斯（Krapovickas）、美国W. C. 格列高里（Gregory, 1973）等和英国P. M. 勒士拉（Resslar, 1980）根据形态的相似性、杂交亲和性和杂种育性将花生属分为7个区组（见分类表）。野生种在形态上有些特异性状，如有的为块根系、花大小悬殊，果针横生，叶和荚果均小于栽培种，果壳很薄。在形态解剖上，野生种表皮毛的数目及长度显然比栽培种多而长。据W. C. 格列高里（1980）的材料，至少还有40个或更多的种有待描述，而且已定名的二倍体种及四倍体种，在分类上仍然存在某些复杂问题有待研究。克拉波维卡斯等的分类虽尚未根据国际命名法的规定正式认可，但国际上已采纳应用。

花生属植物分类

花生区组Sect. *Arachie*，简称A.

　一年生区系Ser. *Annuae*，简称A_1.

　多年生区系Ser. *Perennes*，简称A_2.

　双倍体区系Ser. *Amphiploides*，简称A_3.

直立区组Sect. *Erectoides*，简称E.

　三小叶区系Ser. *Trifoliolatae*，简称E_1.

　四小叶区系Ser. *Tetrafoliolatae*，简称E_2.

　匍匐区系Ser. *Procumbensae*，简称E_3.

根茎区组Sect. *Rhizomatosae*，简称R.

　原根茎区系Ser. *Prorhizomatosae*，简称R_1.

　真根茎区系Ser. *Eurhizomatosae*，简称R_2.

大根系区组Sect. *Caulorhizae*，简称C.

围脉区组Sect. *Extranervosae*，简称Ex.

缘脉区组Sect. *Ambinervosae*，简称Am.

三籽粒区组Sect. *Trisemimalae*，简称T.

收集与保存 花生原产于南美洲，野生种分布的生态条件多种多样。在半干旱地方生长的为一年生种，年降雨量2 000毫米地方的是多年生种。从稀疏林地到开阔草原，从海平面至海拔1 600米的地方均有分布，有些种是单独生长的，有些则是群集的。16世纪初，植物学家发现花生属植物，开始采集。19世纪40年代引起农学家的注意，克拉波维卡斯和格列高里（1950）开始了采集。随后由美国农业部发起，美国主产花生的

州试验站或大学以及阿根廷、巴西等国的科学工作者曾先后于1959～1965、1976～1982和1983年分3期14次到南美洲各国考察并采集花生属野生种质（附有根瘤菌）约700份。联合国粮农组织和国际植物遗传资源委员会资助国际半干旱热带作物研究所组织考察搜集工作，促进了野生资源的收集。这些资源主要保存在巴西的全国遗传资源中心(CENARGEN)、阿根廷的全国农牧业技术研究所（INTA），美国北卡罗莱纳州和佐治亚滨海平原农业试验站以及俄克拉荷马州立大学，并陆续转移到世界花生资源中心——国际半干旱热带作物研究所。中国在中国农业科学院油料作物研究所的组织协调下已分别于南宁市和武昌建立中国国家花生属植物资源永久保存圃。

利用价值　野生花生资源丰富，具有抗性强、营养价值高等特征特性，对育种和研究栽培种的演化有重要作用。

优良的种质资源　抗病虫。野生种质有4个区组69个编号抗褐斑病和黑斑病，5个区组63份材料抗锈病，其中花生区组的占1/3。花生区组的4个种分别抗蓟马、蚕豆微叶蝉、棉铃虫，有的兼抗红蜘蛛。花生属有的种还抗芽枯病毒及根结线虫；营养价值高。野生种含油量及蛋白质中的色氨酸分别比栽培种高2.9～7.6%和1.4%。有些野生种蛋氨酸含量也比栽培种高。

优良的牧草植物　野生种花生叶片小而厚且具蜡质层，有较好的抗旱性。花生区组、直立区组及根茎区组的大多数种在高温多湿的条件下能很快形成覆盖层。多年生野生种是巴西广为栽培的一种很好的多年生牧草，有的种叶蛋白含量高达20.8～36.6%。

优良的护土植物　由于野生花生的多年生性，有些种匍匐地面，茎叶繁茂，根系强大，再加上果针入土所形成的株体对水流冲刷有缓解作用；对酸性红壤区的农业生态环境的改良有一定的作用。

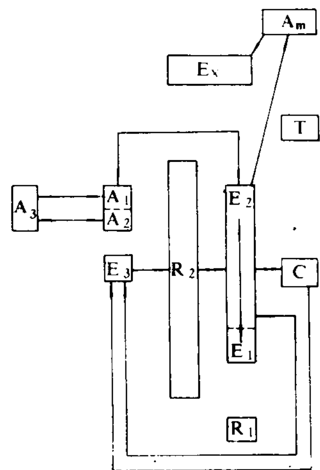
优良的绿化植物　花生野生种是多年生、匍匐、常绿植物，某些种的花期很长，且花多花大，可作为道路或庭院草坪植物。

种间杂交　据研究，花生属植物的7个区组间的种间杂交很困难，仅只花生区组内的种与栽培种花生可以自由杂交。R. C. 哈蒙斯（Hammons，1970）利用与栽培种花生同属于花生区组双二倍体区系的 *A. monticola* 与花生杂交育成了世界上第一个种间杂种Spanaross，但在生产上并没能推广利用。

利用二倍体野生种与花生杂交。三倍体杂种经秋水仙精处理后产生六倍体植物，但杂种后代不稳定，尚需回交选择，进一步改进需时间较长；或将二倍体野生种先加倍成同源四倍体，与花生杂交形成异源四倍体，但由于同源四倍体细胞学上的不稳定性，为目标基因的转移带来一定的困难。除上述方法外，尚可利用三倍体的不稳定性，从大量无性繁殖后代中选择自然加倍的后裔，或利用两个二倍体野生种组配双二倍体植物再与花生杂交。

这些杂交途径在理论上都是可行的，但在育种实践上各有难点。美国北卡罗莱纳大学、英国里丁大学以及国际半干旱热带地区作物研究所均在从事多方面的尝试，但迄今利用二倍体野生种改良栽培种花生上尚未取得满意的成果。

种间杂交障碍的克服。栽培种花生与非花生区组的种间杂交很难成功，其主要障碍是染色体的倍性差异，生殖隔离导致亲和性上的差异。从1963～1977年W. C. 格列高里等人用花生属7个区组的91份材料作亲本进行种间杂交的正反交研究，初步明确了它们相互的亲和关系。以花粉染色率作为花粉可育性的标准。这组内可育性：大根系区组86.8%，根茎(4X)区组68.1%，三籽粒区组59.5%，花生区组30.2%，缘脉区组20.6%，直立区组12.9%，围脉区组0.2%。但区组间杂交，杂种花粉平均可育率只1.9%。种间杂交时正反交结果表现不同。W. C. 格列高里提出了花生属各区组的地理分布（从南向北）及其相互杂交关系（见图）。



花生属各区组相互杂交关系
箭头表示已成功的区组内(间)杂交，箭头方向表示杂交的组合♀×♂。

60年代以来，野生种利用多局限在花生区组。区组间杂交成功的不多。美国H. T. 斯陶克（Stakler）用桥梁法克服了区组间种间杂交的遗传障碍，得到种间杂种。应用生长调节剂可解决区组间杂交的不亲和性。印度D. C. 萨斯特利（Sastri）和美国J. P. 摩士（Moss）以栽培种×*A. glabrata*（根茎区组）的杂种，在各种激素如NAA、IAA和激动素等的影响下，得到大量发育良好的荚果和种子。英国爱丁堡农学院在花前两天对柱头喷布蔗糖、矿物质和微量元素的混合物，得到了花生种间杂交种子。（蔡骥业）

野生亲缘植物（wild relatives of cultivated plants）　在自然界中自然生长，在起源进化上与栽培植物有较密切关系的野生植物，简称野生种。其中有些是栽培植物的祖先，与它们同属一个属或一个族，并常具有相同的染色体组基数。野生亲缘植物与其相应的栽培植物有某些类似的特征特性，



但也具有栽培植物所没有的独特的宝贵基因，有可能通过远缘杂交和生物技术将其导入栽培植物，使它们得到改良。

各种栽培植物均有其相应的野生亲源植物。例如栽培稻的同属野生亲缘植物有普通野生稻，尼瓦拉野生稻、疣粒野生稻和药用野生稻等。小麦同属野生亲缘植物有**一粒小麦**、**圆锥小麦**和**提莫菲维小麦**等；属间野生亲缘植物有山羊草属 *Aegilops* L.偃麦草属、黑麦属等。

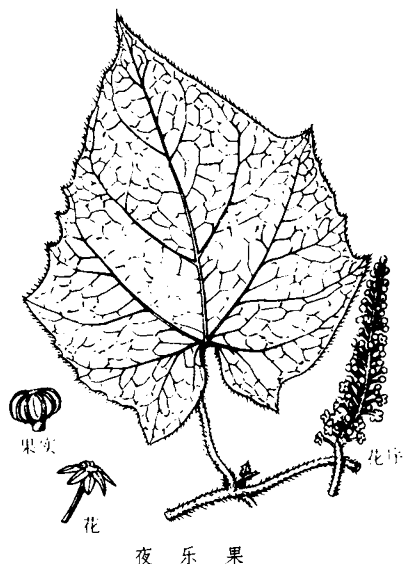
野生亲缘植物的用途主要在于通过远缘杂交和生物技术将它们所携带的有利基因导入栽培植物。最常见的是抗病基因的利用。如欧洲将原产中美洲的野生马铃薯的抗病基因导入栽培**马铃薯**中，以防治马铃薯晚疫病及其它病害。苏联利用墨西哥多年野生棉育成高抗黄矮病的品种塔什干1号、塔什干2号、塔什干3号。**国际水稻研究所**利用尼瓦拉野生稻，育成抗草丛矮缩病水稻品种IR28、IR29。美国利用小伞山羊草 *Aegilops umbellulata* Zhuk.和长穗偃麦草 *Elytrigia elongata* (Host) Nevski 育成含有抗叶锈病主要抗病基因 Lr9、Lr19、Lr24的Transter、Agrus、Agent 等。法国利用偏凸山羊草与**波斯小麦**和**普通小麦**杂交，育成抗眼斑病、白粉病和条锈病的VPM系列品系等。在农艺性状和品质改良方面，中国**丁颖**利用普通野生稻与栽培稻杂交，育成对不良环境抵抗力特强的中山1号。苏联利用野生大豆育成早熟大豆品种，利用野生豌豆育成耐热抗旱品种。利用野生大麦提高栽培大麦的耐寒、抗旱和抗病性。利用阿拉拉特野生麦与栽培小麦杂交，得到穗大、蛋白质高的新类型。

利用野生亲缘植物的另一途径是用野生种的细胞质与栽培种的细胞核进行核质互换，得到质核互作雄性不育材料（亦称胞质雄性不育），再与恢复系杂交，得到杂种，利用杂种第一代优势提高产量。例如中国70年代初从普通野生稻中发现花粉败育型胞质雄性不育系，培育出杂交水稻。日本木原均用尾状山羊草 *Ae. caudata* L.的胞质、日本常胁用粘果山羊草 *Ae. kotschyi* Boiss 的胞质均得到了小麦雄性不育系。通过野生种与栽培种核质互换得到雄性不育系的作物还有**棉花**、**大麦**、**烟草**、**黑麦**、**马铃薯**、**向日葵**等。

由于野生亲缘植物与栽培植物之间的亲缘关系有一定距离，二者的染色体组只是部分同源关系，因而在受精和胚胎发育过程中常会出现障碍以致夭折，或在杂种一代进行减数分裂时常不能配对或发生种种畸变，导致不育。需要借助重复授粉、桥梁亲本、回交、辐射、非整倍体技术、生物技术等手段方能将野生种的有利基因导入栽培植物。今后随着生物工程和基因工程的进展，可利用的野生亲缘植物的范围将会进一步扩大。（陈叔平）

野生种　见**野生亲缘植物**。

夜乐果 (dioscorco fruit)　防己科夜乐果属栽培种，学名 *Dioscoreophyllum cumminsii* DC.，多年生草本植物。分布于西非热带地区、非洲赤道地区以及苏丹、津巴布韦、莫桑比克和肯尼亚。在荫蔽浓密而潮湿的密林之下生长。夜乐果茎长而多毛，蔓生似葡萄藤。叶心脏形，含有季生物碱类物质，可供药用。旱季时地下部枯死，热带地区在5月雨季开始时才从块茎长出攀缘茎，很快就抽出花序。雌雄异株，雌株花序上结出成串红色葡萄状小浆果，每串多至百余枚。浆果的外皮颇厚，内有一层白色粘质，味极甜，是一种称莫涅耳素（Monellin）的糖蛋白。在常温下可用水提取，每千克能提取3～5克。甜度按重量计算为蔗糖的2 500倍左右。果肉粘质内含有一枚棘刺状种子，有一种极苦味的物质称咖伦宾和异咖伦宾，富含顺-5-18烯酸，约占种子总脂肪酸的84%。夜乐果人工栽培的甚少。有五种同属的植物都含有糖蛋白。它可用种子、块茎和插条繁殖。从雌株的种子或块茎繁殖得到的后代，一般成为雄株。（卓仁松）



夜　乐　果

叶龄 (leaf age)　用特定时期植株主茎上可见的叶片数目（未展开者可用小数表示）来表示的植株年龄。一般把从叶原基伸长成锥形叶轴到叶片结构已形成的雏形叶称分化叶。凡在茎上已出现的叶统称可见叶，叶的各部结构和大小已经定型，叶片完全展开的叶称展开叶。

从植株的第一片真叶算起，按叶片发生次序称为第一叶、第二叶、第三叶……。当各叶达到展开叶标准时，分别称一龄、二龄、三龄……，记作"1"、"2"、

"3"、依此类推。由于品种不同，播期和生态条件的差异，主茎叶片数相差很大，用叶龄来统一判断作物的生育进程有一定困难。

作物个体发育的某个特定时期主茎叶龄数除以主茎的总叶片数乘以100而得的数值称叶龄系数，又称叶龄指数。

$$叶龄系数=\frac{主茎叶龄}{主茎总叶片数}\times 100$$

例如某一作物品种全生育期主茎总叶数为14片，在7.0叶龄时，其叶龄系数为50。运用叶龄系数来判断作物幼穗发育期，具有相对的统一性。

作物全生育期的主茎叶片总数减去某时期的主茎叶龄，其差数称为该时期的叶龄余数。

叶龄余数＝主茎总叶片数－主茎当时叶龄

如某作物品种主茎总叶数为13片，当叶龄为7.2时，其叶龄余数为5.8。

由于主茎叶片数受遗传特性和环境条件的制约，叶片发生的时间和着生部位不同，其内部结构、功能以及与各器官生育时期关系都不同。主茎叶片数出现时期及长势和长相，是个体发育特性的综合反映。所以一定的叶龄指标能说明植株一定的生育进程，可根据叶龄与分枝及结实器官分化进程的相关性，合理运筹促控措施。 （张锦熙 甘吉生）

叶面积指数(leaf area index)

作物群体的总绿色叶面积与该群体所占土地面积的比值。即叶面积指数（LAI）＝总叶面积/土地面积。如在666.7平方米土地面积上有叶面积2 000平方米，则叶面积指数为3。叶片是光合作用的主要器官，叶面积大小与养分积累以及产量形成有极密切的关系，叶面积指数是反映叶面积大小和空间光合规模的主要指标。

叶面积指数这一概念，是D．J．沃森（Watson）于1947年首先提出的。叶面积指数在田间直接测定比较困难，通常采用取样的方法间接测定。具体做法是在作物群体中间，取具有代表性的一定土地面积为样方，首先计算样方内所有植物的总叶重（W）；然后用总叶重×单位叶面积与叶重之比（L/W），求得总叶面积（L），最后用总叶面积除以样方面积即可求出叶面积指数。对于高秆作物，也可取有代表性的植株数株，求其叶面积，而后按种植密度换算出叶面积指数。可以用以下公式计算：

$$叶面积指数=\frac{平均单株叶面积(平方厘米)\times 测定株数}{取样的土地面积(平方厘米)}$$

作物群体的叶面积指数常因时间而变化，作物出苗后，随着植株的生长发育，叶面积指数增大，大约在群体最繁茂的时候，叶面积指数达到最大值，而后随着部分叶片衰老变黄或脱落而减小。当作物群体的物质生产达最大值时，叶面积指数被称作最适叶面积指数。它的大小因作物种类、品种而异。凡叶片上冲、株型紧凑的作物或品种，最适叶面积指数较大，而叶片平展披垂、株型松散的作物或品种，最适叶面积指数较小。高产作物群体的最适叶面积指数，因作物品种以及栽培技术而异，目前一般在4～6。在水稻不同类型中，高秆籼稻的最适叶面积指数约为4～5，矮秆籼稻则为6～7。

叶面积的持续时间和作物生产也有密切关系。持续时间缩短或叶面积指数陡然上升又急剧下降，均不利于干物质积累。

比较理想的叶面积指数动态是初期稳定上升，中期叶面积持续时间较长（即曲线顶峰平坦），后期缓慢下降。 （董 钻）

叶纤维

见麻纤维

叶用甜菜（leaf beet）

藜科甜菜属甜菜栽培种的一个变种，学名 *Beta vulgaris* L. var. *cicla* L.，为二年生草本饲用作物。又名牛皮菜、根莛菜、莙莛菜。

直根粗壮，圆锥形。短缩茎上着生大量叶片和侧芽。叶片簇生，长达40厘米，光滑无毛，茎高约1米，穗状花序，花小，簇生，排列成椭圆形，果实聚合成球状，称种球。内有种子1～4粒，种球千粒重为14.6克（见图）。


叶用甜菜

喜温和气候，适宜生长温度为15～25℃，抗寒性强。幼苗能在－3～－5℃下存活，还能忍受短期－10℃低温。不耐热，超过30℃则生长不良。对土壤要求不严，在各种土壤上均能生长，但以排灌良好而肥沃的土壤为好，并能耐盐碱。

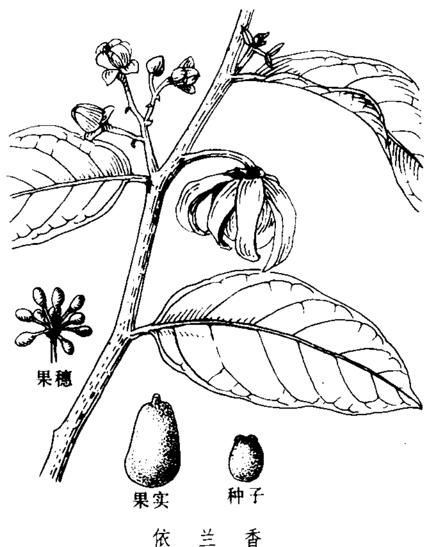
播种期北方多春播，南方多秋播，可直播也可育苗移栽。直播的每公顷播种量22～30千克，出苗后间苗，定苗。行距30～40厘米，株距20～25厘米。田间管理主要是施肥、灌溉和防治病虫害。施肥以氮肥为主，可促使叶片生长迅速，长出的叶片肥厚柔嫩。当植株已有11～12片时，即可剥叶利用。

叶用甜菜柔嫩多汁，适口性好，多用来喂猪，由于草酸含量高，怀孕母猪和仔猪不宜喂得过多，以免影响仔猪发育。干叶含干物质84.39%，其中粗蛋白质20.21%，粗脂肪3.8%，粗纤维7.21%，无氮浸出物

44.96%，灰分8.21%。（耿华珠）

衣分 见棉纤维。

依兰香（ylang-ylang） 番荔枝科依兰属的一个种，学名*Cananga odorata* Hook. f. et Thoms.，别名依兰依兰，热带木本香料植物。花瓣蒸油叫依兰油，具独特浓郁香味，是一种名贵高级香料；可作定香剂，广泛用以配制高级化妆品。木材较轻，可制家具。原产菲律宾及印度尼西亚爪哇岛。1750年引入非洲留尼汪，随后传入马达加斯加和科摩罗群岛。主产地为科摩罗群岛和马达加斯加西北部的贝岛（Nossi-Bé），20世纪60年代末，年产油约50吨，占世界总产量80%。1984年国际市场销售量约100吨。主要进口国有法国、联邦德国、美国。20世纪20年代从缅甸引入中国云南西双版纳、福建同安试种，开花结果正常。1961年从斯里兰卡引入海南省那大试种，1965年开花结果，鲜花出油率2～3%，品质优良（见图）。1981年云南南部发展



依 兰 香

的均为斯里兰卡种源，栽培面积约460公顷，广东电白、福建厦门也有少量栽培。植株高15～20米。主干挺直，树皮灰白色。小枝下垂，自然脱落。单叶互生，长椭圆形，全缘。花两性，腋生，花瓣6枚，黄绿色，形似鹰爪。雄蕊多数。雌蕊头状，多心皮，离生。浆果紫黑色，内含3～12枚种子。花期5月至11月。果熟期12月到翌年3月。为热带海岛速生树种，喜高温潮湿环境。在年平均温度22℃以上，最冷月平均温度15℃左右，绝对低温不低于4～5℃，年雨量1 300～1 800毫米，相对湿度80%以上，静风，低海拔微酸性壤土上均可种植。在赤道带可种到海拔1 000米的山地。用种子繁殖，播前用始温40～50℃温水浸种24小时，撒播于沙床催芽，出现三对真叶时移植。株行距25×30厘米，及时除草、松土、追肥。苗高约1米，即可出圃定植。植距8×7米，雨季定植。生产上多采用截顶矮化栽培。主要害虫有毒蛾、毛虫、蚜虫为害叶子，可用敌百虫喷杀。种后2～4年，树高4～8米始开花，10年后进入盛产期，产花期可达25～30年。在爪哇，12年生树平均单株产花10千克。每公顷产油约30千克，一般单株产花5～10千克。宜晴天清晨采花，旱季采收的黄绿色花，品质最优。（丁慎言）

一见喜 见穿心莲。

一粒小麦（einkorn） 小麦属的二倍体种，包括野生一粒小麦 *Triticum boeoticum* Boiss. 和栽培一粒小麦 *Triticum monococcum* L.。染色体数 $2n=2x=14$，染色体组型为AA。茎秆细，穗小而扁平，每小穗一般结实1粒（见图）。



一 粒 小 麦
（a）野生一粒小麦 （b）栽培一粒小麦

栽培一粒小麦是一种粮用作物，早在新石器时代已在小亚细亚等地种植，迄今南斯拉夫、阿尔巴尼亚、瑞士、土耳其、摩洛哥等国仍有零星种植，苏联外高加索地区也有少量混生在一般麦田中。栽培一粒小麦已知有18个变种。株高60～120厘米，植株有粗硬茸毛，抗倒伏性较强。叶片有粗硬茸毛。穗长4～9厘米，

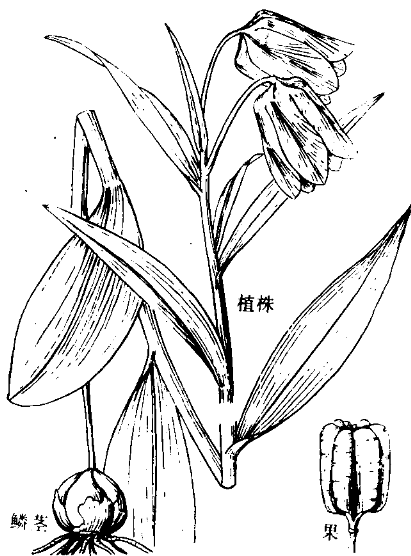
小穗密度D＝50～55。穗轴易断，折断方式为上节位，成熟时断落为单个小穗。小穗具芒，结实一粒；有的类型为2芒2粒。护颖脊明显，成熟时内颖纵裂为两片。籽粒两侧扁平，带皮（稃），两端稍尖，难脱粒。多为春性。抗病性强，大多数类型能抗条锈病、叶锈病、秆锈病、黑穗病和白粉病。籽粒蛋白质含量一般为23～25%，有些类型可达28%左右。

野生一粒小麦分布在苏联外高加索和伊朗、土耳其、叙利亚、伊拉克、约旦等国以及巴尔干半岛。其类型较丰富，已划分出90个变种，许多性状与栽培一粒小麦相似，不同的是大多数为冬性，春性很少；小穗基部有茸毛，易断穗。野生一粒小麦籽粒蛋白质含量可高达23～30%。

一粒小麦与多倍体小麦杂交时，交配性不好，并且难于从杂种群体中分离出不易断穗和易脱粒的品系。因此，栽培一粒小麦的抗病性和野生一粒小麦的籽粒高蛋白特性，至今尚未用于普通小麦和硬粒小麦的品种改良工作中。　　（郑殿升）

伊贝母（siberian fritillary）　百合科贝母属伊贝母种，学名 *Fritillaria pallidiflora* Schrenk。多年生草本植物。鳞茎供药用。主产中国新疆维吾尔自治区的伊犁、霍城、博乐一带及天山地区，苏联中亚地区也有分布。同属植物有新疆贝母（*F. walujewii* Regel）亦作伊贝母入药。

伊贝母株高60厘米左右。鳞茎卵圆形，表面淡黄色或类白色。叶互生或对生。花顶生或腋生，花大，钟状下垂。蒴果卵形，具翅，有种子100～160粒，种子千粒重6.9克。花期5月至6月。果熟期6月至7月（见图）。

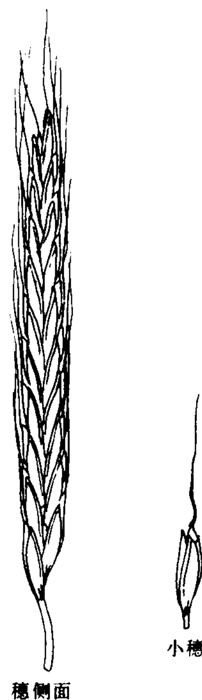


伊　贝　母

喜凉爽湿润气候，耐寒，怕高温，以肥沃的砂质壤土栽培为宜。分布于海拔1 000～1 900米的山地草原或灌木林下，冬季寒冷，夏季凉爽，年降水量500毫米的地带。用种子或鳞茎繁殖。种子具胚后熟阶段，播前种子放入水中浸泡24小时，再用2～3倍的细砂拌匀，放在5～10℃低温处，经过3个月左右的处理后播入畦内，播种期为9月至10月，每公顷播种量60～75千克，播深5厘米，播后床面加覆盖物，结冻前浇冻水。播后经过一个自然适宜低温期，促使种胚继续分化完善。翌年春萌发。低温砂藏3个月以上的种子，春播也能当年出苗，但出苗率低。春天可种早熟豌豆、春油菜等遮荫。育苗3年后，于9月至10月移栽，行株距15～20厘米，栽植的深度为鳞茎大小的4倍。栽前施足基肥，忌施不腐熟的肥料。出苗后、结实前各追肥一次，经常保持土壤湿润，夏季高温多雨时注意排水，避免大田过夏的鳞茎腐烂。害虫有蛴螬、小地老虎、黄地老虎和蝼蛄。6月收获，每公顷可收鲜贝9.0～10.5吨，洗净晒干即成。

鳞茎含西贝素（Sipeimine）。味苦、甘，性微寒。有止咳化痰和散结功能。用于肺热咳嗽，痰粘胸闷，瘰疬和痈肿。　　（李志亮）

伊斯帕汗小麦　小麦属的四倍体种之一，学名 *Triticum ispahanicum* Heslot。染色体数 $2n=4x=28$，染色体组型为AABB。1957年在伊朗发现，1958年由法国学者H. 埃斯洛（Heslot）定名。护颖、外颖和内颖均为长披针形，小穗单芒，只在第一朵小花的外颖有2～4厘米细芒。类型单一，只有一个变种（见图）。



伊斯帕汗小麦

幼苗直立，分蘖较少。叶片具稀长茸毛，株高90～100厘米，茎较细，茎节有短毛。穗纺锤形，长9～10厘米，侧面宽于正面，小穗20～22个，每小穗2～3花，结实2粒，小穗基部无茸毛。护颖白色，颖脊明显，颖嘴钝，颖无肩或只有一小侧齿，内颖较外颖短1/4至1/3。穗轴较细易断，折断方式为上节位。种子带皮（稃），难脱粒。粒长、红色、硬质。春性，种子休眠期短，收获前易在穗上发芽。籽粒蛋白质含量较高。抗叶锈病、秆锈病和散黑穗病，感染条

锈病和白粉病。（孙雨珍）

遗传（heredity） 子代表现与亲代相类似性状和特征的现象。即子代按照亲代所经历的途径和方式，把从环境中摄取的物质组建起来，产生与其亲代相类似复本的一种自身繁殖过程。遗传现象在生物界是普遍存在的。

遗传包括遗传物质的复制、变异、传递和遗传性状的表达等过程。绝大多数生物的遗传物质是脱氧核糖核酸（DNA）。其中编码或调节遗传性状表达的DNA序列称为基因。位于细胞核内染色体上的基因叫核基因，位于细胞质中线粒体、质体或其它细胞质微粒上的基因称为核外基因或细胞质基因。由核基因控制的性状，其遗传方式符合孟德尔定律，正交（如♀AA×♂aa）和反交（如♀aa×♂AA）子代性状表现相同，称为核遗传。由细胞质基因控制的性状，其遗传方式不服从孟德尔定律，称为核外遗传或细胞质遗传。由于受精卵的细胞质主要来自卵细胞，细胞质基因只能通过母本传递，所以由细胞质基因决定的性状正交和反交子代表现不同。绝大部分生物的遗传性状受核基因所控制，但也有许多性状，如植物叶绿体变化、雄花不育性、抗病性、抗虫性、抗药性等与细胞质基因有关。不少经济性状，如成熟期、植株高度、籽粒油分和蛋白质含量等虽受核基因控制，但也受细胞质基因的影响。

核基因和细胞质基因各有其遗传自主性，但并非彼此独立的。作为基因型两个不可分割的部分，它们之间存在着密切的相互作用。在玉米、高粱等作物杂交种生产中所使用的核－质型雄花不育可以作为核基因与细胞质基因互作的代表。研究表明，只有胞质不育基因S和与其相应的隐性核保持基因r同时存在时[S rr，个体才能保持不育。如果核基因为显性基因R，则R可以克服胞质不育基因的作用，使其恢复育性。如果胞质基因为正常可育类型N，即使核基因为r，个体仍然是正常可育的。

遗传并不一定意味着亲子代之间的完全相同，同一亲本的子代与亲代也存在着相异之处。因为性状本身并不能直接遗传，生物所遗传的只是基因型。基因型和性状表现之间还存在着一个个体发育过程，而个体发育必须在一定的环境条件下才能进行，因此，任何遗传性状的表达，实际上都是基因型和环境条件共同作用的结果。例如，不同的作物品种具有不同的丰产潜力和抗病能力，这是由不同的基因型所决定的。但丰产性和抗病性能否表现或表现的程度如何，还取决于栽培管理水平和是否存在发病环境。在相同环境条件下不同品种之间的差异归因于基因型的差异，而同一品种在不同栽培条件下表现出的差异则归因于环境条件。（宋同明）

遗传工程（genetic engineering） 又称基因工程或重组DNA技术。将甲种生物的目的基因转入乙种生物的细胞内，并使其能正确地表达，从而形成新的产物和性状。如果是高等植物，还需要使转化后的细胞分化发育成完整植株。

广义的遗传工程还包括细胞工程，狭义的遗传工程则专指基因工程。

遗传工程有三个特点，也可以说是它的三大优点：①可以使生物的基因在人、动物、植物和微生物四大系统内进行交换，这是因为所有生物的基因都有通用的遗传密码，而且所翻译出来的氨基酸除极少数外，完全是一样的。②遗传工程可使培育新品种的速度比常规方法迅速得多。③遗传工程可以获得生物的定向变异，从而使现代的**遗传育种学**发展到一个新阶段。

基因工程步骤

目的基因的获得　采用分离自然基因的方法或用酶学或化学方法制造目的基因。分离自然基因多采用鸟枪法：即先选用适当的限制酶把全部基因组切割成略大于一个基因的DNA片段，然后把这些片段一一与载体组成重组分子并转化到大肠杆菌中，构成基因文库，然后用放射性标记的探针钓出目的基因。酶学方法是以提纯的mRNA为模板，用反向转录酶合成与之互补的单链cDNA，然后再合成双链的cDNA。化学方法合成是按目的基因的遗传密码，先合成10个左右核苷酸的单链小片段，再逐一配合成双链的目的基因。

利用上述三种方法已获得大量微生物基因及成百种的动物和作物基因。例如，**大豆、玉米、小麦、大麦、水稻、菜豆、豌豆、马铃薯、油菜**等的贮藏蛋白基因；豌豆、小麦、烟草、大豆与光合作用有关的Rubp羧化酶小亚基的基因和玉米、大麦、烟草、菠菜大亚基的基因；与固氮有关的大豆的豆血红蛋白基因、尿素酶基因；与抗逆性有关的玉米乙醇脱氢酶基因、大豆的热诱导蛋白基因；与生长发育有关的燕麦、玉米的光敏色素基因；与转座有关的玉米的Ds和Ac基因等等。

目的基因与载体在体外合成重组分子　作为载体至少需要满足下列条件：①是小型DNA分子；②许多种限制酶都只有一个切点，切开后不影响载体的繁殖和选择标记；③有选择重组体的选择标记。细菌质粒和噬菌体λ比较符合上述条件，但仍需进一步改造才较为理想。目的基因与载体的连接方式可以用粘性末端连接，也可以用平整末端连接，还可以用末端转移酶在两个DNA片段的3′端分别添加一定数量的dA与dT，形成人造粘性末端，然后进行连接。植物基因工程载体的研究也取得了突破性的进展，特别是根癌农杆菌的致瘤（Ti）质粒，它的转移DNA可以整合到宿主的染色体上。利用这一特点，对Ti质粒的T-

DNA进行改造，只保留下T-DNA上的胭脂碱（或章鱼碱）合成酶基因的启动子，下游的附加聚合酶A的信号以及T-DNA左右边界的25对碱基顺序，而将目的基因的结构部分插入到胭脂碱合成酶基因的启动子后，形成嵌合基因，这种嵌合基因可以在植物细胞内表达。

将重组DNA分子引入适当的受体细胞 常用的方法有三种：①转化，用质粒作载体；②转染，用噬菌体DNA作载体，噬菌体DNA不包上外壳蛋白；③转导，用噬菌体DNA作载体，噬菌体DNA经过外壳蛋白的离体包装。受体细菌一般选用大肠杆菌，也有采用枯草杆菌、酵母、植物原生质体作为受体的。对于植物基因工程，也可以采用非载体的方法，如花粉处理法、电击穿孔法、注射法等。

筛选出具有目的基因的受体细胞 鉴定受体细胞是否具有所需要的目的基因，一般除利用对抗生素的抗性作为初选外，还进一步采用下述两种方法之一加以鉴定：①菌落原位分子杂交法，应用最为广泛。转化后的细菌印影在硝酸纤维素滤膜上，经变性固定其单链DNA，用带有放射性标记的探针（DNA或RNA）和它们杂交，凡经过放射性自显影出现黑斑的即为目的基因。②免疫学方法。

目的基因的表达 正确和充分表达需要使目的基因高水平的转录和翻译。高水平的转录要求目的基因编码序列的5′端上游有易被受体细胞RNA聚合酶识别的启动子。也可以引入这样一个启动子，如大肠杆菌的Lac、trp启动子，λ的P_L启动子，Ti质粒的NOS（胭脂碱合成酶）基因或Ocs（章鱼碱合成酶）基因的启动子，CaMV的35S的启动子等。原核高水平的翻译需要在目的基因5′端上游有一个适当的核糖体结合部位。总之，既要有一个强有力的启动子序列，也要有一个核糖体结合部位，两者可以同时被引入到合适位置。高等植物的表达常需要转化细胞分化发育为成熟个体，如贮藏蛋白基因特异性地在种子内表达，需要待种子成熟后，用免疫学方法检测出这种蛋白质的存在。为进一步了解目的基因的遗传行为，还需要继续观察种子后代的遗传规律。

微生物基因工程的应用 由于生物界的遗传密码是通用的，基因工程在实践上的应用有其广阔前景。1977年，H．波耶尔（Boyer）首先利用基因工程的方法，使大肠杆菌生产人的生长激素释放抑制因子成功。即用Lac高效启动子加上人工制造的生长激素释放抑制因子的基因，并接在质粒PBR322上成为重组分子，将它转化到大肠杆菌内，就产生出这种多肽激素。此后，陆续完成了胰岛素，人的生长激素，人的干扰素，乙型肝炎病毒表面抗原，口蹄疫疫苗，幼畜腹泻疫苗，猪、牛、鸡的生长激素，鸡的卵清蛋白等在大肠杆菌及其他受体细胞内的表达。

用大肠杆菌生产人的胰岛素是基因工程第一个达到大规模商品化生产的实例。胰岛素是治疗糖尿病的特效药，它的基因工程产品的商品化生产不仅可以弥补猪胰腺制造胰岛素量的不足，也可以避免猪胰岛素所出现的过敏反应。人的生长激素是治疗侏儒症的特效药，过去只能从人尸体的脑垂体中制取，由于尸体缺乏，药品供应困难，用基因工程方法已有小批量生产。干扰素是治疗某些病毒病的特效药，对某些癌症也有疗效。过去只能从白血球中制取，价格昂贵，难于进行临床试验，现在用基因工程方法制造的某些种类的干扰素已开始小批量生产。乙型肝炎病毒表面抗原在大肠杆菌和酵母中均可表达，已有批量生产。

在畜牧、兽医方面，用基因工程生产的口蹄疫疫苗，幼畜腹泻疫苗，猪、牛的生长激素等均有批量生产。

植物基因工程的应用 植物基因工程取得了一系列重要进展，已开始达到实用阶段。细菌的抗生素抗性基因、菜豆贮藏蛋白基因和大豆7S贮藏蛋白α亚基基因与Nos、Ocs或CaMV35S启动子组成的嵌合基因，有的可以在细胞、组织水平上表达；有的可以在个体水平上表达；有的可以用组成型方式上表达。1983年，村井纪元等将菜豆贮藏蛋白基因与章鱼碱合成酶的调控顺序组成嵌合基因转化烟草细胞，结果特异性地在烟草种子蛋白中发现有菜豆贮藏蛋白，这是第一个完整的植物基因工程的例子。1985年，R．N．比彻（Beachy）等将大豆7S贮藏蛋白α亚基基因转化矮牵牛叶盘，结果在矮牵牛种子中特异性的发现大豆7S贮藏蛋白，而且转化后所结种子以3（有大豆蛋白）：1（无大豆蛋白）的孟德尔比例进行分离。1986年，比彻的实验室还成功地培育出抗烟草花叶病毒（TMV）的新类型。他们是将TMV的外壳蛋白基因经反转录成cDNA，再用改造后的T DNA与之形成嵌合基因转化到烟草细胞中，并再生成烟草植株，这种植株就具有抗TMV的能力并通过种子遗传下去。比利时和美国还相继培育出抗虫的烟草和番茄新类型。比利时的植物遗传系统NV公司、美国的农业遗传学公司和孟山度公司分别用苏云金杆菌提取防治害虫的毒蛋白基因转移到烟草和番茄上，培育成高效的抗虫作物，它们可以杀死各种鳞翅目的幼虫。孟山度公司还培育出抗除草剂的作物新类型。 （米景九）

遗传距离（genetic distance） 衡量品种间若干性状综合遗传差异大小的指标。亲本选配是育种工作的首要环节，有关亲本**配合力**和亲子关系的研究，提供了亲本选配的理论依据。不过，这些研究都必须在杂交之后才能进行。若能在杂交前预先了解亲本间的遗传差异及其与亲本配合力之间的关系，就能使亲本选配工作更有预见性。同时，育种目标所要求的性状不止一个，为了能够更全面地反映亲本品种间的遗

传差异，需要对多个性状综合考虑，从而引伸出遗传距离的概念。按多元统计分析方法计算品种间多个性状基因型值构成的多维空间的几何距离，就叫作品种间的遗传距离。

假定有n个品种，每个品种观察p个性状（n＞p），那么，可将这n个品种看作是p维空间内的n个点，其中第i点的座标 $X_i=(X_{i1}+X_{i2}+\cdots\cdots+X_{ip})$。于是，品种i和品种j之间p个性状的综合遗传差异，则相当于p维空间内 X_i 和 X_j 两点间的距离。所以，任何两个品种的综合遗传差异，都可以用多维空间内相应两点间的距离表示。将这些距离按其数值大小分组归类，就是聚类分析。

为了消除性状间相关的干扰，计算距离前需要进行枢轴凝聚转换或主成分转换。利用转换后的独立变量（或主成分）计算各品种之间的差异（$Y_{ik}-Y_{jk}$），这些差异的平方和就是品种i和j在p维空间的几何距离（D^2_{ij}），亦即：

$$D^2_{ij}=\sum_{k=1}^{p}(Y_{ik}-Y_{jk})^2$$

式中 D^2_{ij} 是品种i和品种j之间的遗传距离，Y_{ik} 和 Y_{jk} 分别是品种i和j第k个转换后的变量（主成分）值。

然后，根据所有配对品种间的 D^2 值进行聚类，即可将亲本品种划分为综合遗传差异大小彼此不同的类群。类群间品种杂交可能比类群内品种杂交产生更强的杂种优势，从而为亲本选配提供了预先的数量依据。若能将遗传距离分析与实际杂交结果相互验证，就可得到亲本选配方面更为可靠的信息。

（郭平仲）

遗传力（heritability） 群体内遗传方差占表型方差的比率。根据遗传学原理，任一数量性状的表现都是其基因型与环境共同作用的结果。若以 P 代表某性状的表型值，G 代表其基因型值，E 代表相应的环境偏差，则三者间的关系可表示为：

$$P=G+E$$

假定基因型值（G）与环境偏差（E）彼此独立无关，上式的方差则是：

$$V_P=V_G+V_E$$

式中 V_P 是表型方差，V_G 是基因型方差（或称总遗传方差），V_E 是环境方差。根据上述定义，遗传力可表示为：

$$h^2_B=V_G/V_P$$

式中 h^2_B 是广义遗传力，它表示基因型方差占表型方差的比率，亦即群体总变异中遗传变异所占的比率。基因型值乃是育种值（A）、显性偏差（D）和上位偏差（I）之和，即：

$$G=A+D+I$$

若 A、D 和 I 彼此独立无关，则基因型方差：

$$V_G=V_A+V_D+V_I$$

式中 V_A 是育种值的方差，又叫加性遗传方差，是可固定遗传的变异部分；V_D 是显性偏差的方差，V_I 是上位偏差的方差，一般属于非固定遗传的变异，不过，V_I 中的加性×加性部分可固定遗传。

群体内加性遗传方差占表型方差的比率，叫作狭义遗传力（h^2_N）：

$$h^2_N=V_A/V_P$$

由于加性遗传方差 V_A 属于可固定遗传的变异，狭义遗传力能更确切地反映选择效果优劣；广义遗传力只能作为狭义遗传力的高限，表示大体的趋势。

遗传力的估算方法有多种，主要包括亲子相关、回归法，不同世代群体法，方差分析法，特定交配设计法以及现实遗传力法等等。

遗传力表示遗传变异的比率，尤其是狭义遗传力表示可固定遗传的变异比例，不仅反映亲属相似程度，而且也可表示表型值与育种值的符合程度。在不同选择方法和方案的比较中，遗传力是决定选择响应的关键因素。因而，作为重要的群体遗传参数，遗传力是**数量遗传**和育种研究的首要目标之一。不过，遗传力乃是群体变异的指标，不能简单理解为个体性状的遗传可能性，也不宜将其和育种中的性状遗传传递力完全等同起来。

（郭平仲）

遗传相关（genetic correlation） 两个性状育种值之间的相关，有时也指基因型值之间的相关。遗传分析中往往要区分性状间相关的遗传原因和环境原因。相关的遗传原因主要是基因的多效性，有时，连锁也能导致遗传相关，但不稳定。如果同一环境差异对两个性状有同向或异向影响，则会产生环境相关。

与表型方差分剖的情况相似，两个性状间的表型协方差也可作相应分剖。X 和 Y 两个性状的表型值可分别表示为：

$$P_X=G_X+E_X$$
$$P_Y=G_Y+E_Y$$

假定 G 和 E 彼此独立无关，则有协方差分剖：

$$COV_{PXY}=COV_{GXY}+COV_{EXY}$$

从而可得两个性状间的遗传相关（这里是基因型相关）：

$$r_{GXY}=\frac{COV_{GXY}}{\sqrt{V_{GX}\cdot V_{GY}}}$$

如果能设法求得育种值间的协方差 COV_{AXY}，就可得到两个性状育种值间的相关（r_A），这是一般所指的遗传相关：

$$r_{AXY}=\frac{COV_{AXY}}{\sqrt{V_{AX}\cdot V_{AY}}}$$

根据上述三种协方差之间的关系以及相关系数与协方差和相应方差的有关公式，可得到表型相关（r_P）、

遗传相关（r_A）和环境相关（r_E）之间的关系式：

$$r_{Pxy}=h_xh_yr_{Axy}+e_xe_yr_{Exy}$$

式中 h_x和h_y是二性状遗传力的平方根，e_x和e_y是环境率（$e^2=1-h^2$）的平方根。上式表明，如果两个性状的遗传力都高，则表型相关主要由二者间的遗传相关所决定；反之，若二性状的遗传力都低，则环境相关是表型相关的主导因素。当然，上述论断也与r_A和r_E本身的大小有关。因此，表型相关与遗传相关不一定总是吻合的，二者间有时可能数值相差甚大，甚至于符号也可能相反。

遗传相关的估算方法很多，常用的有协方差分析法、同胞分析法、交叉协方差法以及相关响应法等。由于遗传相关表示二性状育种值之间的关系，能够更直接反映性状间的遗传关联。（郭平仲）

遗传因子 见基因。

遗传资源 见种质资源。

移栽（transplanting） 将播种在苗床或秧田的幼苗移至大田栽种的技术措施，也称移植。也是作物栽培过程中补苗的一种措施。在秧田或苗床集中培育壮苗，可减轻田间草害，但费工费时。水稻、甘薯、棉花、油菜、甘蔗等生产中多用此法。在一年两熟和多熟制地区，应用更为广泛。

移栽时必须掌握适宜苗龄，保证后作及时种、收，以调节茬口、季节和劳力等矛盾。还应兼顾上、下季作物稳产高产等原则。春播作物如棉花等的移栽期，应在当地终霜期后开始；秋播夏收作物如油菜等，在晚秋或早冬移栽，须以完全活棵缓苗、恢复生长后进入越冬期为极限；生育期较长的晚稻、杂交稻作为麦茬或双季、三熟制的后作，移栽期应以保证安全齐穗为前提，力争抢早。移栽过程中应尽量保全根系，促进早活棵或返青，提高成活率。如用营养钵或营养块等育苗，应预先蹲苗、炼苗，移栽前浇水（旱作）和适时追肥（送嫁肥）。双子叶作物移栽深度一般不宜超过子叶节，单子叶分蘖性作物以分蘖节栽入2～3厘米表土层为宜。

移栽方式有长方形、正方形、三角形，还有等高、带状以及丛植式栽植等。行株距大小因作物种类、气候条件等而异；同一作物又因地力、产量、栽期、管理水平等而不同。一般禾谷类小株作物较双子叶大株作物的行株距小，棉花、油菜等的行株距要大些。总之，要根据地力水平、移栽时期、管理条件等决定。（胡亦端）

移栽高粱（transplanting sorghum） 先育苗，麦收后移栽于大田的高粱栽培方法。可充分利用土地，争取时间，是高粱早熟高产的一项栽培技术。适应于华北地区。育苗移栽的主要技术环节是分期育苗、清棵疏苗和适时移栽。

分期育苗是在麦收前，选择排灌良好、地势平坦的地块，施足底肥，开沟起垄，作成垄台，台面宽80厘米，沟底宽30厘米，整平台面。播前顺沟浇水，将合面润湿后，再撒播种子。每100米^{2}播种量1千克左右，同时施氮素化肥0.6～1千克作种肥，然后覆土3厘米。根据移栽面积大小和移栽日进度，可分期育苗，每隔3～5天播种一批。育苗1米^{2}可供移栽10米^{2}用。

清棵疏苗。当幼苗第三叶片完全展开时，进行疏苗，使幼苗生长墩实，叶色深绿苗壮，移栽成活率高，缓苗快。

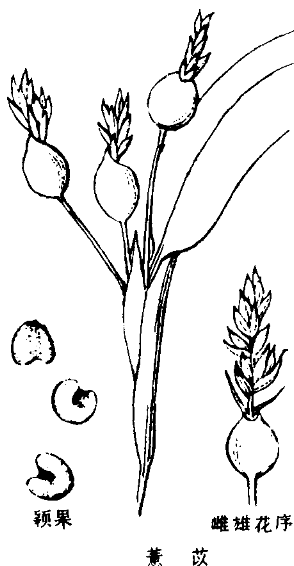
适时分级移栽。播种后20～25天，一般中晚熟品种幼苗长到6～7片叶时，是移栽的最适时期。起苗移栽前，必须先湿润苗床，起苗时少伤根。并按幼苗大小，分级栽植，随起随栽。分级栽植的好处是能建成整齐的群体，以免大苗欺小苗，壮苗欺弱苗。移栽时先用耧或犁开沟，施入底肥。顺沟栽苗，栽后随即浇水。移栽高粱的适宜密度，一般每公顷8万～12万株。（梁亚超）

薏苡（jobs tears） 禾本科薏苡属中的一个栽培变种，单子叶植物，学名 *Coix lacryma-jobi* (L.) var. *frumen-tacea* Makino.。一年生草本植物，是一种经济价值高的谷类作物和药用作物，还是一种好的保健食品。薏苡始见于《神农本草经》，并列为上品。古籍中还有解蠡、起实、赣米、感米、薏珠子、苡米、芑实等多种名称。

薏苡起源于亚洲东南部的热带、亚热带地区，主产中国33°N以南的广大地区。河北、陕西、河南、湖北、湖南、广西等省（自治区）产量较多。薏苡性喜温暖、潮湿，但能在易受旱、涝的河谷、山谷、溪涧、池塘、屋旁等地生长，是一种适应性较强的作物，从海拔300到1 300米的山地都可种植。

薏苡植株高大，茎秆粗壮。须根黄白色，粗达3毫米。秆直立丛生，高1～2米，基部节上生有不定根，分枝多。叶片线状披针形，长20～40厘米，宽1.5～3厘米。总状花序腋生成束，长3～8厘米；小穗单性，雌雄同序。雌小穗位于花序下部，外包以壳质总苞；总苞卵形至椭圆形，长8～10毫米，宽6～8毫米，有白色、灰色或蓝紫色，质硬而有光泽，内含1枚孕性花，花柱细长；子房卵圆形。雄花序自总苞中伸出，2～3枚雄小穗着生于穗轴各节；无柄小穗长6～7毫米，雄蕊3枚，花药长4～5毫米（见图）。染色体2n＝20。种仁也称苡仁，圆珠形或长圆形，长5～8毫米，宽4～6毫米，白色或黄白色，质地坚实，多为粉性，味甘淡或微甜。

薏苡的总苞质地较软，用指甲按压即凹入，揉搓时可破其壳，果椭圆形，基部孔较小，颖果饱满，含淀粉丰富，米质粘性，白如糯米。



薏 苡

薏苡根据植株的高矮，总苞的色泽及幼苗、籽粒性状，划分为若干类型。中国东部种植面积较大的有高秆白壳、高秆花壳和高秆黑壳，以及矮秆黑壳种；白壳高秆种生育期长，耐盐碱，产量较高；花壳高秆种混有黑、白两类，植株高大，生育期较长，产量高；高秆黑壳种幼苗紫红色，植株高大、种子大，产量高。矮秆黑壳种幼苗紫红色，植株矮，分杈多、生育期短，种子略小，产量较低。

薏苡的生育期为150～180天，中国北方地区一般在谷雨前后播种，7月至9月开花，8月至10月成熟，霜降前后收获。在长江流域一带种植，所需≥10℃活动积温约3 800℃，降水量约800毫米，日照约960小时。

栽培薏苡以肥沃潮湿及有灌溉的砂质壤土为佳。有直播、套种和育苗移栽等种植方式。播种前，采用温水（约60℃）浸种10分钟、置于冷水中浸泡2天，吸足水分后促进萌发。一般种子出苗约需15天，可用催芽法提早4～5天，方法是播种前3天，将种浸泡一昼夜，沥干后放入有篩的木桶中，每隔6～12小时，用温水淋一次，待胚根露出即可播种。采用温水浸种，可以防治黑穗病及提高种子出芽率；播种前需要整地作畦。条播行距为40～60厘米，待苗生长至3～4片叶时，按株距15厘米定苗。采用穴播，每穴4～6粒。播种量每公顷30～35千克。播种期有春播和夏播。如为冬闲地，雨季早，可在清明前后春播。如前作为大麦和豆类，需在谷雨套入行内。无霜期较长地区，当小麦收割后，整地夏播，或在割麦前半月套种麦行内。因生育期较长，适当早播为好。 （刘 亮）

易位系（translocation line） 非同源染色体间染色体片段的互换或近缘物种的异源杂色体间片段互换所形成的品系。这种互换称为相互易位，是染色体结构变异的一种类型，通过它能实现基因在不同染色体间的转移。

非同源染色体间片段的相互易位在种子植物的17科、29属的物种中均曾发现，如玉米中最早发现的相互易位涉及第八、第九染色体，常以T_{8-9}示之（T代表易位）。图1为T_{8-9}杂易位的模式图。随着细胞分裂的进行，交叉端化，到终变期或中期Ⅰ常形成四个染色体组成的圆形盘（图2）或倒∞字形环（以O_4表示）。当在同一个体内发生多对染色体的易位，在杂合情况下则形成数目不同的环形染色体，如玉米第八和第九染色体以及第五与第六染色体间分别发生相互易位，在$T_{8-9}\times T_{5-6}$的杂种后代中，便可获得$2O_4+6II$组成的植株。但对三对染色体间的相互易位，其中有一条发生易位的染色体是共同的，则在两个不同易位亲本（见图3）杂交后代，将会出现6条染色体组成大环的个体（或三对染色体间发生连接易位见图4），这些都是鉴别易位的有效标记，在玉米中更因第六染色体附着核仁上，第十染色体最小均易于认别，故只须有8个测交种便能进行新易位的定位（见表）。从表中测交结果看出被测易位系A是涉及第七和第十条两条染色体（即T_{7-10}），因它除涉及第十条染色体外，另仅与T_{3-7}和T_{5-7}两测交易位

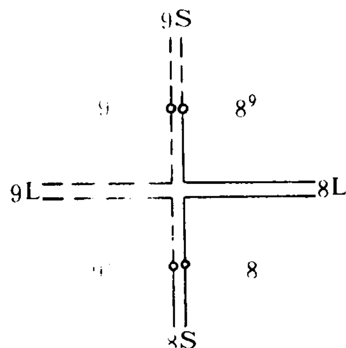


图1 杂易位在粗线期的模式

图2 终变期及中期Ⅰ形成染色体环

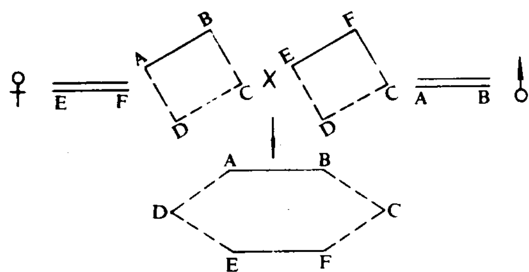


图3 三对染色体间易发生易位的后代形成6个染色体环

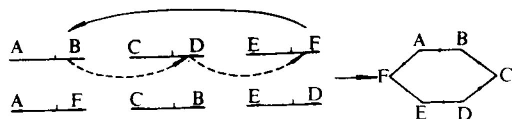


图4 三对染色体间发生接连易位

利用易位测交系进行新易位的测定

被测系＼测交系	T_{1-2}	T_{2-3}	T_{1-8}	T_{3-7}	T_{4-5}
A	$2\bigcirc_4$	$2\bigcirc_4$	$2\bigcirc_4$	$\bigcirc_6$	$2\bigcirc_4$
B	$2\bigcirc_4$	$\bigcirc_6$	$2\bigcirc_4$	10II	$2\bigcirc_4$

被测系＼测交系	T_{5-7}	T_{2-9}	T_{8-9}	6	10	鉴定
A	$\bigcirc_6$	$2\bigcirc_4$	$2\bigcirc_4$	－	＋	T_{7-10}
B	$\bigcirc_6$	$2\bigcirc_4$	$2\bigcirc_4$	－	－	T_{3-7}

系的后代形成6个染色体环，与其余测交系杂交后代均为两个4条染色体环，表明与这些测交系完全无关，同理可推知B系为T_{3-7}易位（因用纯易位T_{3-7}测交时得到10II；另外仅与T_{2-3}，T_{5-7}测定系形成6个染色体环）。

当前，在玉米中已进一步利用常染色体与超数染色体（即B染色体）的易位，培育出一整套T_{A-B}易位系如TB-1S，TB-1L，TB-2S…TB-10S，以TB-4为例，它产生的配子有$4^{B}B^{4}$，4B，44^{B}和BB^{4}，只有BB^{4}为不孕，占25%，比通常"常染体间的易位均有50%不孕孢子"大为减少，又因B染色体在小孢子第二次有丝分裂时具有不分离的特性（即两个B染色体同时进入一个精核中，另一精核则无B染色体）使能获得缺失配子（如4^{B}），通过花粉传递后，能直接研究胚乳和胚中重复基因的剂量效应。H.罗曼（Roman，1947）曾以纯系甜粒玉米（$4^{Su}4^{Su}$）♀×$4^{B}4^{B}B^{4Su}B^{4Su}$（纯易位）♂，获得当代甜粒（胚乳直感现象为$4^{Su}4^{Su}4^{B}$）。

利用辐射诱导染色体易位是有效方法之一。李竞雄曾以2 000γ照射玉米花粉，在408个后代植株中65%产生染色体结构变异，其中的68%为相互易位。在小麦中通过电离辐射诱导近缘种异源染色体间部分交换早已广泛采用。后因冈本（1957）、E．R．西尔斯（Sears）等发现抑制小麦染色体组以及近缘种属间部分同源染色体配对的Ph基因主要位于小麦5B的长臂上，因此为诱导异源染色体与小麦部分同源染色体间的配对和交换，只须去除5B上Ph基因的抑制作用就能达到目的。现已广泛利用缺体5B（或缺体5B四体5D）和ph突变系等并配合单体5B的代换系以及双端体的使用，使异源染色体片段更有效地整合到小麦染色体中以改良小麦的经济性状。过去大多数的易位均为末端节段的交换，但更符合需要的类型应为一个包含所需基因的最短异源片段的中间易位。这种易位要求异源染色体上有两个断点，同时还需小麦染色体也有一个断裂，这种机会通常是较难获得，然而中间易位的优越性却是明显的。①它比末端易位更有可能转移期望基因而排除不利基因；②由于尽可能短的异源片段转移，有利于染色体配对；③中间易位，异源片段较小，

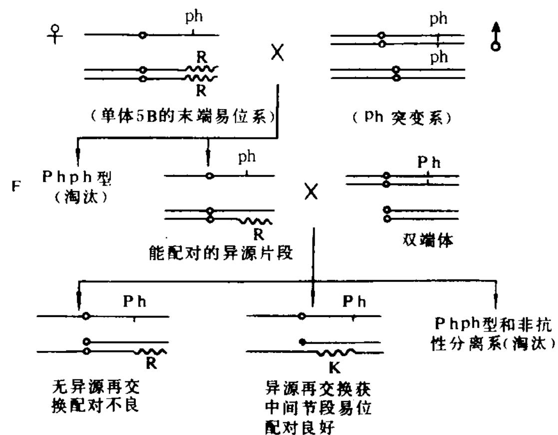


图5 培育中间易位的模式

在遗传与生理上的干扰相对也小，使通过花粉选择的频率将明显提高。产生中间易位的程序如图5：设以具异源抗性基因的小麦单体末端易位系为母体与ph突变系杂交，于F_1选具ph突变型的单体植株，它能使包含的异源片段较好的配对，再将其作母本与小麦双端体杂交（因端体利于鉴别异源配对与交换），可获三种类型的子代：①Phph型和非抗性个体，予以淘汰；②未发生异源末端交换，配对不良（非理想个体）；③发生异源染色体交换，形成中间节段易位，配对良好为理想的类型，再将其自交即可获得较正常的中间节段易位的个体。（吴兰佩）

翼豆 见四棱豆。

银耳（silver） 银耳科银耳属中的栽培种，学名*Tremella fuciformis* Berk.。一年生食用和药用真菌。别名白木耳、白耳子。以子实体入药。世界各地均有分布，主要分布于中国、日本、古巴、西印度群岛、美国北卡罗来纳州、巴西等国和地区。中国四川、贵州、云南、福建、湖北和台湾等省的山林地区均有分布。中国是世界栽培银耳最早的国家，1894年始于四川省通江县，其后传至贵州、湖北、陕西和福建等省，以四川通江和福建漳州、古田所产最著名。日本和朝鲜有少量栽培。

由菌丝体和子实体组成。菌丝体纤细具分枝及分隔，灰白色，在基质内蔓延生长。子实体白色半透明，胶质而富有弹性，由许多薄而多皱褶的扁平瓣片组成，呈菊花状或鸡冠状，直径一般5～10厘米，干后呈淡黄色，硬而脆，吸水后能恢复原状。成熟的子实体表面有一层担孢子，无色透明，近球形，6～8×4～6微米，成堆时呈粉白色，成熟后弹出来，遇适宜条件时发芽繁殖。

生产上主要采用瓶栽法。培养基组成为木屑71.5%，米糠或麦麸25%，蔗糖1%，石膏粉1%，硫酸镁0.1%，

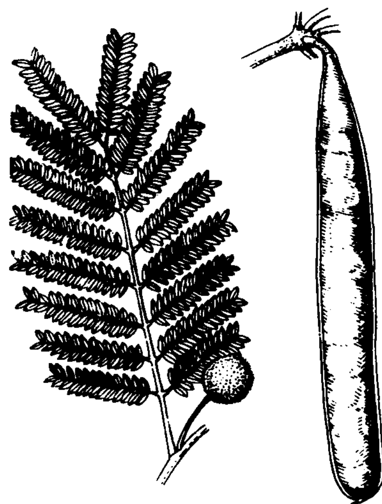
黄豆饼粉1%，清水适量，pH5.2～5.8，拌匀后装入广口瓶中灭菌。冷却后用菌丝健壮、出耳率高、色白、肉厚和容易开片的原种接种，置于22～28℃下培养3天，接种口即可长出白色菌丝，8～10天菌丝在培养基内向下生长3～4厘米时，拔掉棉塞，换上高3～4厘米的牛皮纸套，让新鲜空气进入瓶内，有利菌丝生长，再培养5～10天，菌丝转粗壮，出现黄、红水珠，并形成原基时，室内应常通风换气，提高空气相对湿度至80%左右，以促进子实体的形成，再培养10～15天，子实体长至瓶口大时，可去掉纸套，保持温度23～25℃，相对湿度95%以上，使子实体迅速生长，如湿度不足，每天可喷清水2～3次，加强通风，继续培养4～6天，耳瓣充分展开呈白色透明时便可及时采收，晒干或烤干，平均每瓶可产干耳8克，每100千克木屑收干耳6～12千克。第一批采收后，挖去2厘米左右的老耳基，留下一些白色菌丝，放至干燥适温环境中培养4～5天，待耳基下部菌丝得到恢复后，再使相对湿度上升至85～95%，让其出耳。第二批子实体长出约需15天左右。在管理良好的情况下，每瓶还可收到干耳3～5克。一般加强通风换气，满足上述不同培养时期对温、湿度的要求即可减少病虫害。高产的关键是菌种优良，银耳菌丝和香灰菌丝（或称耳友菌）比例适当。病虫害有线虫 *Rhabditis* sp.。此外，也有用塑料袋栽培、段木栽培等。

子实体主要含有多糖、蛋白质、脂肪、树脂及粘液质等。利用子实体制成多糖注射液应用于临床，可提高白血病人淋巴细胞的转化率。能缓解肿瘤病人因放射治疗和化学治疗而引起的白细胞减少症，增强免疫作用及对骨髓具有保护作用。味甘淡，性平，无毒。具有润肺止咳、滋阴养胃等功能。主治虚劳干咳，肺热咳嗽，痰中带血，久病虚弱，一般用作滋补强壮药。

（岳德超）

银合欢 (koa haol)　含羞草科银合欢属中的栽培种，学名 *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.。又名白合欢。常绿灌木或乔木，用途颇广，可作饲料、绿肥、燃料、木料等。原产于中美洲，分布于热带、亚热带地区。20世纪20年代传入中国，广东、广西、云南、福建、台湾等地均有分布。

二回羽状复叶，叶轴长15～20厘米，有腺体1～2枚，羽片4～9对，小叶11～17对。头状花序，腋生，花白色。荚果扁平、革质，长10～28厘米，宽15～25毫米，有种子12～25粒。种子褐色，发亮，每千克1.65万～2.64万粒（见图）。



银　合　欢

按形态分为3种类型：①夏威夷型。原产墨西哥，分布较广。灌木，高约5米，早熟，周年开花结荚。用于改良土壤。②萨尔瓦多型。原产于中美洲，乔木，高达20米。优良栽培品种有K8、K28、K67等，用作饲料、木材或薪材。③秘鲁型。乔木，高达15米，分枝多而低，是高产优质的饲料品种，适于放牧，其中坎宁安银合欢（Canningam）比较优良。适生于30°S～30°N之间，年降雨量900～2 600毫米，年平均温度20～23℃，最低月平均温度7～17℃的低海拔地区。生长温度以22～30℃为宜。适生pH5～8，最适pH6～7。喜阳，稍耐阴，耐旱，不耐渍。需要高度专一的根瘤菌接种。

种皮坚硬，具蜡质，吸水性差，硬籽率90～95%，不易发芽，播前须在80℃热水中浸2分钟，随即晾干，或在浓硫酸中浸13分钟，然后洗净晾干，或用机械擦破种皮。用作饲料时，条播，行距约1米，每公顷播种2～10千克。基肥宜施腐熟有机肥和过磷酸钙，酸性土增施石灰。株高1.5米开始刈割，留茬30厘米；在生长季节，每隔60～80天割一次，每年割3～5次。用于改良牧地时，按等高条播，行距8～10米，间种大黍、毛花雀稗（*Paspalum dilatatum* Poir.）等，或在牧场围栏内划出5%的面积，按行距3.5米条播，供冬、春季放牧。

萨尔瓦多银合欢嫩枝叶是高蛋白质饲料。每公顷年产干物质12～20吨，含粗蛋白质18.8～24.3%，粗纤维23.9～37.7%，富含胡萝卜素和维生素。适口性好，适于作反刍家畜的饲料。叶粉是猪、兔、家禽的优良补充饲料。叶和种子含有含羞草素（Mimosine），利用不当，对畜禽有毒。银合欢喂牛，用量不超过全部饲料的30%（干重），或同其他禾草混种放牧利用，可避免中毒。叶粉喂猪，用量占10%；喂兔用量低于10%；喂肉鸡，用量占5～6%。银合欢萌芽力强，耐割，养分高，亦是一种优良的绿肥树种。嫩枝叶干物质含氮2.2～4.3%，磷0.2～0.4%，钾1.3～4.0%，钙0.8～2.0%，镁0.4～1.0%。固氮能力强，每公顷一年可固

氮500千克。有大量落叶归还土壤，增加土壤有机质。主根深，侧根少，能吸收土壤深层水分和养分，宜作绿肥或荫蔽树。在刀耕火种、过度放牧、乱砍滥伐、贫瘠干旱的热带地区，亦是一种优良的造林树种。

（蒋侯明）

银胶菊（guayule） 菊科银胶菊属中唯一产胶的种，学名 *Parthenium argentatum* Gray。又名银色橡胶菊。产胶植物，因叶具银灰色而得名。多年生常绿灌木，高60～90厘米，寿命30～40年。花浅黄色，着生于花茎分枝的花梗上，花茎有叶或无叶。头状花序，总苞片两层，内外各5片，相对而生，5朵舌状雌花排列于花序边缘，雌花两侧各着生1朵雄花，花冠小，具2裂，有2个萼刺。由舌状花生成的瘦果扁平，倒卵形，黑色，顶具短毛。花序中央有20～30朵筒状两性花，花冠5裂，有聚药雄蕊5个，子房不育。夏、秋间降雨后，连续开花，靠风和昆虫传粉。主茎不明显，茎基部多分枝，形成稠密丛状灌木。单叶互生，披针形，全缘或浅裂，叶面被白色蜡质和银灰色绒毛。根系发达，由多少不等的支根组成，可扎入土层4～5米深。银胶菊各部位的薄壁细胞里均含橡胶，以茎和根的韧皮部含胶量最多，木质部较少，叶片含胶极少。含胶量随年龄递增，1龄植株含胶量为其干重的2～5%，2龄为6～12%，在适宜的生境，4～5龄含胶量可达20%。树脂导管遍布植物体，所含树脂包括萜烯、倍半萜烯、双萜烯、甘油和低分子量的聚异戊二烯碳氢化合物等，占植株干重的10～15%。树脂和叶片中均含有芳香挥发油。天然银胶菊的染色体有36、54、72三种，2n=36。同属16个种中只有银胶菊产胶。银胶菊与灰白毛银胶菊 *P.incanum* 杂交的后代，表现更为抗寒和抗病；与曼陀罗银胶菊 *P.tomentosum* var. *stromonium* 杂交的后代，生长迅速，生势强，比银胶菊高大得多。



银　胶　菊

银胶菊所生产的银菊胶，可以制造汽车轮胎和一般橡胶制品。树脂可用于造纸工业和颜料工业。叶片蜡硬度较高，融点高于巴西棕蜡，色泽、透明度也较优。纤维渣可造纸和用作燃料。

银胶菊天然分布于墨西哥中、北部一直伸延到美国得克萨斯州南部，位于20°N～30°N，海拔1 200～2 100米的半干旱台地。年降雨量230～400毫米，年平均温度12～14℃，绝对最低温度不得低于－10℃。银胶菊极耐干旱，喜强光照，温暖气候。喜生长在石灰质渗透性良好的砂壤土杂有大量碎石块的地方。常与龙舌兰属、丝兰属、仙人掌属、三芒草属植物及矮百日草 *Zinnia pumila*、加利福尼亚马唐 *Digitaria californica*、灰白毛银胶菊等耐旱植物混生于山坡、山脊地带。

20世纪初，墨西哥和美国曾采集野生银胶菊进行加工利用，1910年生产银菊胶0.8万～1万吨，占当时世界天然橡胶总产量的10%。40年代美国曾在其西南部四个州大规模发展银胶菊，同时由美国农业部提供种子，在澳大利亚、阿根廷、埃及、印度、西班牙和苏联等30多个国家试种。80年代初期，中国已在西北半干旱地区择地引种试种。

播种后生长6个月，即可开花结实，种子千粒重约1克。种子发芽率低；用1.5%有效氯的次氯酸钠处理或擦破种皮，种子发芽率可提高到90%以上，且出苗整齐，生长均匀。种子含水量控制在4%以下，贮于密闭金属罐内，可保存20年，仍有较高的发芽率。种植地宜选在年降雨量400～600毫米，绝对最低温不低于－15℃的地区，砂壤土或砂土，pH7～8，切忌积水的重粘土及盐渍土。育苗3～4个月即可出圃定植。植距50～60厘米，行距70～80厘米，每公顷种植2万～2.8万株。施氮肥可提高种子产量，施磷肥有利于橡胶积累，缺硼对生长和橡胶积累有显著影响。昼夜温差大，干湿交替，均有利于橡胶积累。光照强度对橡胶积累影响较大，光照减少一半，橡胶积累相应减少一半。年降雨量低于350毫米的地区，进行灌溉银胶菊才能正常生长。主要病虫害有：疫霉腐病 *Phytophthora* rot、瘤梗孢根腐病 *Phymatotrichum* root rot、细菌性根腐病 *Bacterial* rot、轮枝孢黄萎病 *Verticillium* spp.、金针虫 *Limonius* spp.、突胸蚱蜢 *Melanopuis* spp.、

管形暗白蚁 *Amitermes tubiformans*、网蝽 *Carythuca* spp.、银胶菊象甲 *Strophomorphus porcellus* 等。

雨量适宜或有灌溉，生长3年即可收获，干旱地区则需5～6年。收获时可整株连根拔起，亦可只割取地上部分，前法可获得全部产量，后法则可节省重植费用。收获后，留在田间干燥3～5天，用打包机捆包，或用切片机切碎，紧压入木箱，运往工厂加工。收割到加工时间宜短，否则所含橡胶易降解。栽培两年后，每公顷可产胶1 000千克左右，如气候条件适宜，且有灌溉，栽培两年每公顷可产胶1 300～1 500千克。

银菊胶的提取，是用物理和化学方法将橡胶从植株体内彼此分隔的细胞里分离出来，其工艺流程为：原料→蒸煮→粗磨→浮选→洗涤→抽提树脂→提纯→干燥。1吨原料约可出银菊胶100千克、树脂30千克、纤维渣400千克、叶子100千克。

银胶菊同巴西橡胶所产的橡胶一样，是由无数异戊二烯单体组成的聚合物。二者的分子量一样，弹性、回弹力十分相似，物理机械性能和工艺性能也大同小异，但不加硫化促进剂时，银菊胶的硫化速度慢得多。

（朱荣耀）

银叶山绿豆（silverleaf desmodium）

豆科山绿豆属的一个种，学名*Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC.。多年生高大蔓生植物。原名银叶山蚂蟥，因叶正面沿中脉呈银色斑块或条状而得名，别名具钩山绿豆。主要作绿肥、覆盖作物和牧草栽培。原产巴西、阿根廷北部和委内瑞拉，现广布于世界热带、亚热带地区。中国于1974年自澳大利亚引种、试种。

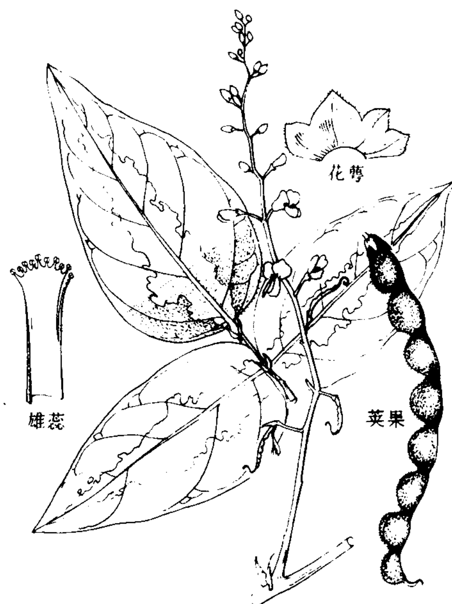
叶四周均呈深绿色，背面全为淡绿色，正面沿中脉呈银灰色。三出复叶，小叶卵圆形，顶端急尖，长3～10厘米，宽1.5～5厘米。藤蔓圆柱形，具棱角，密布具钩的短毛。总状花序，花长1厘米，初开时呈粉红色，后转为紫红色。豆荚镰刀状，有4～8个荚节，荚节长4～5毫米，宽3毫米，具密细钩毛，易粘于衣服和动物毛上。种子有光泽，橄榄绿色，三角形至卵圆形，长3毫米，宽2毫米，厚1毫米左右。每年10月至11月开花。11月至12月果熟。

适宜生长温度，昼温30±3℃，夜温25±3℃。对霜敏感，但受害后茎基可复生。雨量1 000～3 000毫米地区均可生长，但旱季生长不良，耐短期水浸。对土壤适应性广，在pH5左右的粘性土上生长最好。

用种子繁殖，每公顷播种1.5～3千克。每千克种子20万～24万粒。播后覆薄土。对磷、钾肥需要量大，花前期磷含量的标准水平为干物质的0.23%，钾低于干物质含量0.5%时，即出现缺钾症状。能忍耐土壤中低含量的铜和高含量的锰。

作为饲料，年产干草4.5～7.5吨/公顷，固氮约109千克/公顷·年。含粗蛋白15.88～18.75%，粗纤维约42%。一般均与禾草类混种。适口性差。每公顷产种子200～300千克。

（王秉忠）



银叶山绿豆

引种（introduction）

从外国或外地引入农作物种子、苗木或营养体，通过试种，在当地推广种植或作为育种材料。它是育种工作的组成部分，也是种质资源收集的一种形式。引种具有简单易行迅速见效的特点，所以为各国所重视。

概况　早在公元前1500年，埃及女皇哈特谢普苏特（Hartshepsut）曾派遣探险队到东非去搜集香料树种，并引种于本国。1492年哥伦布发现新大陆后，探险家们把美洲的**玉米**、**烟草**、**甘薯**、**马铃薯**、**番茄**等引入欧洲，随后欧洲移民又把**小麦**、**燕麦**、**高粱**、**大豆**、**水稻**等作物带到美洲，成为那里重要的粮食作物。美国于1898年成立植物引种机构，一直负责引种材料的管理和统一编号。苏联的引种工作由**全苏瓦维洛夫植物栽培研究所**（ВИР）统一管理。20世纪60年代以来，许多国家着重从国际农业研究组织，如位于菲律宾的国际水稻研究所，位于墨西哥的**国际玉米小麦改良中心**等大量引种，通过试种选出了一批品种在当地推广，起了显著的增产作用。

中国早在公元前126年张骞出使西域时，就引进一批果树、蔬菜和**蚕豆**、**豌豆**、**胡麻**等作物。明代万历二十一年（公元1593年）华侨从菲律宾吕宋岛引入甘薯在福建种植，随后遍布全国各地。16世纪以后，中国陆续从外国引进马铃薯、玉米、**陆地棉**以及甘蓝、洋葱、辣椒等作物。近200年来又陆续引进并试种成功亚

麻、红麻、剑麻、甜菜以及一批果树、蔬菜等新作物和一大批重要粮食作物的品种。20世纪30年代以来，先后引种成功的有：玉米品种金皇后，棉花品种斯字棉4号、德字棉531、岱字棉15号等，小麦品种南大2419（Mentana）、中农28（Villa Glori）、碧玉麦（Quality）、早洋麦（Early Premium）、欧柔（Orofen）、阿夫（Funo）、阿勃（Abbondanza）等，并在此基础上，通过个体选择、辐射、杂交等途径育成数以百计的新品种。50年代末至80年代初，先后引种成功，种植面积在60万多公顷以上的水稻品种有15个，其中粳稻农垦58（原产日本）、籼稻IR8（国际水稻所）的最大种植面积分别达500万和100万公顷左右。此外，从70年代起，还陆续引入美国的甜高粱和无毒素棉花、加拿大的低芥酸和无芥酸油菜、墨西哥的油用红花以及欧洲的橄榄等，并在适宜地区推广种植。

原则　作物品种类型是在一定生态条件下经长期自然选择和人工选择而形成的，其生长和发育需要一定的生态条件。因此，引种能否成功的关键在于引种地区与原产地区生态条件差异程度的大小。Н. И. 瓦维洛夫曾提出"气候条件相似论"，其观点是引种地区与原产地的生态条件相似时引种容易成功。

引种时要考虑的生态条件包括气温、日照、纬度、海拔高度、土壤、植被、雨量分布、栽培管理水平等。其中气温和日照长度是决定性因素，而纬度和海拔高度则与气温和日照有密切关系。例如高纬度地区冬季气温低，夏季日照长，低纬度地区冬季气温较高，夏季日照较短。而在纬度相同时高海拔地区的气温较低，光照强度较大。所以应考虑到海拔对不同纬度的调节或校正作用。低纬度高海拔地区由于气温较低，使作物整个生育时期向后延长，使其生长旺盛时期的日照长度与高纬度低海拔地区相近似，因而可以相互引种。例如原产德国的小麦品种肥麦（海因·海德，Heine Hvede）引至北京表现极晚熟，但引至西藏则表现高产。在玉米的引种上亦有类似情况。

基于不同生态条件塑造不同生态类型的原理，原产于高纬度地区的长日照越冬作物冬小麦品种冬季要求一定低温条件以完成春化阶段，夏季要求一定长度的日照以通过光照阶段。在北半球，北种南移，由于其所需要的低温和长日照条件得不到满足，两个阶段不能顺利通过，而生育期延长，甚至不能抽穗、开花、结实。南麦北种则会遭受冻害甚至冻死。玉米、水稻、大豆等短日照作物的情况正好相反，从高纬度向低纬度引种生育期缩短、提早抽穗，但可能减产。而从低纬度向高纬度引种，生育期加长，由于品种间对短日照反应的敏感程度不同，有的品种会增产，亦有的品种不能开花结实。例如中国广东水稻早籼品种广陆矮4号引至长江流域种植，产量较原产地高。但对短日照反应敏感的晚稻，向北引种后常不能抽穗或抽穗不正常。因此华南晚稻品种引至长江流域、长江流域晚稻品种引至淮北不易成功。麻类为短日照作物，南种北引，生育期延长，植株高大，能显著增加产量。

因此，引种的一般原则是按照生态条件选择相适宜的品种。中国对各主要作物都根据其所需生态条件划分为若干生态区。一般在区内相互引种容易成功，而区间引种则较难成功。

由于作物品种群体中的异质性，经过一定时间的种植，会逐渐适应新的环境条件，即所谓风土驯化。另一种做法是采用相应栽培技术，适当调整环境条件使之适于品种要求，即所谓良种良法配套。例如50年代长江流域的湖南等省从吉林省引进日本水稻品种青森5号试种，因过于早熟，产量不高而失败，其后改作早稻使用，并增施肥料，因表现高产而得到推广。

步骤　①根据本地的生态条件和栽培特点有的放矢地引进一定数量的材料，亦可通过国际协作或交流引进材料。为防止本地区没有的病、虫、杂草从国外或外地传入，须严格遵守植物检疫制度。②品种观察，在有代表性的地块上，用有代表性的方法，小量种植引进材料，每隔一定距离设置对照品种（当地生产上最好品种），在全生育期对材料进行观察并与对照比较。③经1～2年品种观察后，选出少数优于对照的材料进行各级产量比较试验，最后选出最好的材料在生产上推广。④特性鉴定，根据育种的需要对引进材料进行抗病虫、抗逆、品质或其他遗传特性鉴定，得出有用的材料供育种利用。（应存山）

隐花狼尾草（kikuyu grass）　禾本科狼尾草属的一个种，学名*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex chiov。多年生牧草。原产于热带东非海拔1 500～3 000米的地区。很多热带和亚热带国家引入种植。1974年从澳大利亚引入中国广西、广东试种。根系发达，深生。具有粗壮的根茎和多分枝的匍匐茎，形成密致的草地，高约50厘米。茎节长不定根，节间短。不育枝叶片长达20厘米，宽约5毫米。可育枝较短，位于下部，花序包在叶鞘内，开花时，花药伸出叶鞘，花丝长约5厘米。小穗长1～2厘米。颖果长约2毫米，深褐色，每千克约40万粒。喜温暖湿润气候，要求年平均温度16～22℃，最低月平均温度2～12℃，年降雨量1 000～1 600毫米。耐酸，亦耐盐。耐寒力强，在澳大利亚昆士兰东南部，零下9℃存活率达100%。不适于热带低地种植。主要用匍匐茎繁殖。插条长20厘米，植距50×50厘米或80×80厘米，每穴2～3苗。可与毛花雀稗和白三叶混种。在昆士兰，每公顷年产干物质10～12吨。干物质含粗蛋白质11.7～16.9%，粗纤维约30%。耐放牧，适于建立永久性草地。

（蒋侯明）

印度豇豆(common cowpea) 豆科豇豆属中的一个种，学名*Vigna sinensis* (L.) Savi. ex Hassk.，一年生草本植物。绿肥作物，兼作饲草，种子供食用。原产亚洲南部，中国于20世纪50年代初期引进，在福建、江苏、江西、湖南、湖北、浙江等省种植。印度尼西亚、马来西亚、斯里兰卡等热带国家种于经济林中。

主、侧根发达；茎匍匐蔓生，长2～5米，有分枝5个左右；小叶3片，菱状卵形，中叶较大，叶柄长10～15厘米；总状花序，花2朵，花蓝紫色；荚果柱形，黄色，长6～10厘米；种子褐黄色，短矩形，千粒重100～120克。

喜温暖湿润气候，耐旱、耐瘠、耐酸及耐荫性均较好。生长快，可较早覆盖地面，刈后再生力强，在湖南、江西等省可刈草2～4次，留种的如先刈1次，可使成熟期较为一致，产种量也较高。可间种于果茶园中或种于新垦的红壤坡荒地上。播种期为4月中下旬，播种量每公顷35～45千克，条播行距0.5～0.8米，常用穴播，穴距0.5×0.3米。每公顷鲜草产量30～50吨，种子为600～1 000千克。种子10月中旬以后陆续成熟，在淮河流域种子成熟困难。鲜草含N 0.48%，P_2O_5 0.19%，K_2O 0.24%，花期鲜草含水分76.41%，粗蛋白质3.79%，粗脂肪0.92%，粗纤维5.32%，无氮浸出物10.95%，灰分2.61%。 (顾荣申)

印度农作物研究机构(institutes of farm crops in India) 印度农业部下设农业研究和教育司，该司领导一个中央一级的印度农业研究委员会(ICAR)。此机构目前拥有35个国立研究所。其中作物方面的有：

印度农业研究所(Indian Agricultural Research Institute)，1905年建于普萨(Pusa)，1936年迁于新德里，为印度最大的农业研究机构，编制3 500人左右，德里中心试验站占地近300公顷，并设有14个地区研究站。该所设有农艺、遗传、育种等20多个研究部门，为豆类作物、玉米等的全国研究中心，已培育出不少小麦、高粱、玉米、粟类等优良品种。该所还有培养高级科研人员和研究生的任务，并有权授予博士学位。

中央水稻研究所(Central Rice Research Institute)，1946年建于库塔克(Cuttack)，为联合国粮农组织领导下的水稻遗传基因库之一。

中央块根作物研究所(Central Tuber Crops Research Institute)，1963年建于特里凡得琅(Trivandrum)，主要从事除马铃薯外的块根作物改良工作。

中央马铃薯研究所(Central Potato Research Institute)，1949年建于西姆拉(Simla)，设有遗传、种薯改良和生产等研究部门，下设10个研究站。

中央种植园作物研究所(Central Plantation Crops Research Institute)，1947年建于卡萨拉戈德(Kasaragod)，从事香料作物、可可等热带经济作物的研究，下设5个研究站。

甘蔗育种研究所(Sugarcane Breeding Institute)，1912年建于哥因拜陀(Coimbatore)，从事品种改良工作，下设3个研究站。

印度甘蔗研究所(Indian Institute of Sugarcane Research)，1952年建于勒克瑙(Lucknow)，从事甘蔗的综合研究。

中央棉花研究所(Central Institute for Cotton Research)，所址在那格普尔(Nagpur)，主要从事棉花综合研究。

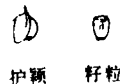
黄麻研究所(Jute Agricultural Research Institute)，所址在巴拉克普尔(Barrackpore)，主要从事黄麻改良的研究。

中央烟草研究所(Central Tobacco Research Institute)，所址在拉贾芒得里(Rajahmundry)，下设5个研究站。

印度草场和饲料研究所(Indian Grassland and Fooder Research)，1962年建于占西(Jhansi)，从事草场和饲料作物改良研究。 (杨世基)

印度圆粒小麦 小麦属六倍体种之一，学名*Triticum sphaerococcum* Perciv.，曾译名印度矮生小麦。染色体数2n=6x=42，染色体组型为AABBDD。叶片短，上举挺直。护颖圆形，内外颖短而圆，籽粒圆形而小(见图)。原产于印度旁遮普地区，曾在印度和巴基斯坦灌溉地上栽培。类型不多，仅有17个变种。





印度圆粒小麦

植株高度60～90厘米，茎秆不粗但坚韧，抗倒伏力强。穗纺锤形，横断面常为正方形，穗短小，约5厘米左右，小穗密度D=35左右，每穗具14～20个小穗，每小穗有6～7朵花，可结实3～4粒，穗轴不易折断。外颖无芒或具短芒、长芒，颖壳白色或红色，有毛或无毛。籽粒红色或白色，千粒

重25克左右，一般为半硬质，有的蛋白质含量达20%以上。春性，早熟，耐热，对土壤条件要求不高，抗寒性和抗旱性差，感染条锈病、叶锈病、秆锈病、白粉病和黑穗病。它与普通小麦杂交结实正常，苏联、保加利亚、墨西哥等国在小麦育种中，利用它作为矮秆源。 （郑殿升）

鹰嘴豆（chick pea） 豆科鹰嘴豆属中的栽培种，学名 *Cicer arietinum* L.，一年生或越年生草本植物，因其籽实尖如鹰嘴，故名。别名桃豆、鸡豌豆。主要用作粮食、蔬菜和饲料。

鹰嘴豆起源于亚洲西部和近东地区，或兴都斯坦、中亚和近东起源中心，1970年在土耳其发现了公元前5 400多年的鹰嘴豆残存物。在公元前2 000多年在尼罗河流域已有栽培。在中东、地中海地区、埃塞俄比亚和印度，栽培鹰嘴豆的历史也很悠久。

主要分布在世界温暖而又比较干旱的地区。1986年种植鹰嘴豆的国家约40个，收获面积为1 045.6万公顷，总产量约784.2万吨。是印度第一大食用豆类作物，1986年其种植面积为765.4万公顷，产量为568.4万吨，面积和产量占世界总产量的3/4。热带非洲、中南美洲、大洋洲等地区也有栽培，产量较多的国家为巴基斯坦、土耳其、墨西哥、缅甸、埃塞俄比亚等。中国新疆维吾尔自治区、甘肃和云南省有少量栽培。

鹰嘴豆属内有染色体数不同的种（2n=14，16，24，32等），到底有多少个种尚无定论，如认为有14个，或32个，或39个种。但只有 *C. arietinum* L.（2n=16）为重要的栽培种。由于地理的长期隔离，这个种产生了许多变异，根据这些变异，种内可分为四个族（race），即地中海族（mediterr aneum）、欧亚族（eurasiaticum）、东方族（orientale）和亚洲族（asiatieum）。前两个族的种子较大，种皮白色；后两个族的种子较小，有几种皮色，其中亚洲族的种皮红色或褐色，东方族的种皮黑色或浅红色，很少为奶油色或白色。也有将栽培的鹰嘴豆分为种子小而有棱角，种皮有色的迪西（Desi）及种子大或非常大，种皮米色或浅黄色的卡布里（Kabuli）两种类型。

种质资源以东南亚、中东、近东和北非各国比较多，其中印度、伊朗、土耳其及突尼斯等国尤为丰富。设在叙利亚的国际干旱地区农业研究中心（ICARDA）是世界卡布里型鹰嘴豆种质资源搜集、保存和分发的中心，从30多个国家搜集种质资源4 400多份；设在印度的国际半干旱地区农业研究所（ICRISAT）搜集有卡布里和迪西两种类型的资源共12 000多份。鹰嘴豆的茎、枝叶及生殖器官等部分均有很多变异，发现的各种突变类型有30多种，如不孕突变型，扁荚突变型，同源四倍体突变型等。这些突变多为隐性遗传，可供遗传育种研究利用。

印度对鹰嘴豆的品种选育研究较多，各国已选育出的优良品种，如印度的S-26，其粒色金黄，成熟早，分枝多，生长茂盛，对萎蔫病中抗；C-24，粒色金黄，结荚性和稳产性均较好，中熟、抗萎蔫病和霜冻；以色列的品种如 Ayele 和Ofra籽粒奶油色，抗疫病；保加利亚品种如Plovdiv-19，抗疫病；伊朗品种有 Kaka、Kourosh 和 Pyrouz，苏联乌兹别克品种有 Zimisten，抗冷害。

鹰嘴豆主根强大，深入土壤30厘米，支根发达，长有许多根瘤。株形直立、丛生，分枝性强。高25～50厘米，茎叶和荚果均被有疣腺毛，分泌苦辣味的液汁。内含苹果酸和草酸，可以防虫。奇数羽状复叶，小叶一般15片左右；叶色绿或浅蓝或浅黄，卵圆形或椭圆形，有锯齿。单花、腋生、花冠为浅绿、白、粉红或蓝色。荚果膨大，内含1或2粒种子；种子有一尖角，种皮皱缩。脐小，脐环白、红或黑色。合点明显。百粒重12～78克。自花授粉，开花时间一般在上午7～11时。偶尔有闭花授粉，属长日性作物，但许多品种对日照长短反应不敏感。适宜的温度为白天21～29℃，夜间为18～26℃。比较耐旱，土壤水分太多和大雨对生长发育和结荚均不利。不适宜炎热而潮湿的气候，对土壤要求不严，适宜的土壤pH值为7.2左右。子叶不出土。



鹰 嘴 豆

在热带和亚热带地区，鹰嘴豆为冷季作物，单种或与禾谷类作物或其他作物间作、混播，生育期约4至6个月。在印度、埃塞俄比亚等国，在雨季之后即

9月至11月播种，翌年2月至4月收获。埃塞俄比亚的一些地区，一年播种两次，第二次在4月底播种，地中海地区和中东在春天播种，初夏开花，晚夏和初秋收获。中国新疆、甘肃于早春播种，夏、秋收获；在云南省播种和收获的时间与蚕豆一样。播种量单播时每公顷45～110千克，行距一般在25～40厘米，株距10～20厘米，播种深度5～6厘米。施用磷肥可促进根系发育，增加根瘤，提高产量。土壤瘠薄或基肥不足时，应适当施用氮肥，氮肥和磷肥在播种时一起施用效果最好。钾肥单独施用效果不明显，单独或混合施用钼、铜、镁、锌均有增产效果，过分干旱时，需要灌水，在大部分叶和荚变黄或褐色时收获。

鹰嘴豆的主要病害有萎蔫病 *Fusarium oxysporum* var. *ciceri*、枯萎病 *Ascochyta rabiei*、锈病 *Uromyces ciceris-arientini*。主要虫害有潜叶蝇 *Liriomyza cicerini*、豆荚螟 *Heliothis armigera*、豆象 *Callosobruchs chinensis*。

干籽粒含蛋白质17～28%，脂肪约5%，碳水化合物56～61%，纤维4～6%，鹰嘴豆的净蛋白质含量较多，容易吸收和消化。籽粒作主食，也制成罐头食品，或炒熟食用；或作甜食；青豆作蔬菜，也可生食，嫩叶亦用作蔬菜。鹰嘴豆的淀粉是棉、毛、丝纺织原料上浆和抛光及制造工业用胶的优质原料。籽粒、茎叶均为优质饲料。 （郑卓杰）

鹰嘴紫云英（cicer milk vetch） 豆科黄芪属的一个种，学名 *Astragalus cicer* L.，多年生草本植物。又名鹰嘴黄芪。为优良饲草作物，也用作水土保持植物。原产欧洲，中国1973年从加拿大引进，适宜华北、西北和西南等地种植。



鹰嘴紫云英

具有粗壮而强大的根茎，根茎芽出土后即成为新的茎枝。茎匍匐或半直立，光滑、中空。叶为羽状复叶，有长椭圆形小叶。总状花序，有花5～40朵，花冠近浅黄色。荚果膀胱状，成熟时黑色，每荚含种子3～11粒。种子肾形，黄色，有光泽，千粒重7～8克（见图）。

喜寒凉潮湿的气候，在潮湿的微酸性及中性砂土和砂壤土上最能表现其根茎扩展生长的习性。幼苗生活力较弱，草层建植缓慢，需2年时间才可长成。建成的草地可持续20年。刈割或放牧后再生缓慢。种子硬实率高达60～80%，播前需进行种子处理，并用黄芪属根瘤菌拌种。整地宜细，为幼苗出土创造良好条件。条播，行距30～40厘米。每公顷播种量7～8千克，播深1～2厘米。还可用地下根茎进行无性繁殖。即挖出根茎，截成长20～25厘米，带有4～5个根茎芽的小段，埋入土中，深4～5厘米，栽后浇水并保持土壤水分，即可成活。由于其根茎发达，耐践踏，适口性好，家畜喜采食，不引起臌胀病。宜于放牧利用，亦可作为水土保持植物。鲜草含干物质22.9%，干物质含粗蛋白质20.52%，粗脂肪3.49%，粗纤维21.4%，无氮浸出物43.24%，粗灰分11.35%。

（苏加楷）

英国农作物研究机构（research institutes of farm crops in Britain） 植物育种研究所（Plant Breeding Institute）属于剑桥大学农学院，于1912年创建，位于剑桥郡特朗平顿（Trumpington）。1943年成为独立机构，接受农业研究委员会资助，1952年重新改组为今日规模。1984年有工作人员256人，其中研究人员170人，设有谷物室、马铃薯、油菜和豆类作物室，甜菜室，细胞遗传室，病理和昆虫学室，以及生理学、化学、统计等研究室。有试验地140公顷，温室1公顷，并设有人工气候室。为英国主要作物育种中心，基础研究和应用研究并重。其细胞遗传室有研究人员49人，研究谷物染色体中超微结构，细胞分裂前期与后期的染色体状况，及大麦亲本染色体组在成熟前的有丝分裂等，并对植物细胞遗传学和分子遗传学等基础学科进行多方面研究。该所培育的作物新品种在生产中被广泛采用。1984年英国推荐的14个冬小麦品种中，有10个是该所培育的。同年，英国小麦种植面积196.7万公顷，由该所培育的品种占75%，其中诺尔曼（Norman）占20%，阿沃隆（Avolon）占19%。

苏格兰作物研究所（The Scottish Crop Research Institute，建于1981年，位于安格斯郡敦提（Dundee），系前苏格兰植物育种站和前苏格兰园艺研究所合并而建成的。侧重培育适于苏格兰地区种植的作物品种，并研究栽培方法和植物保护。

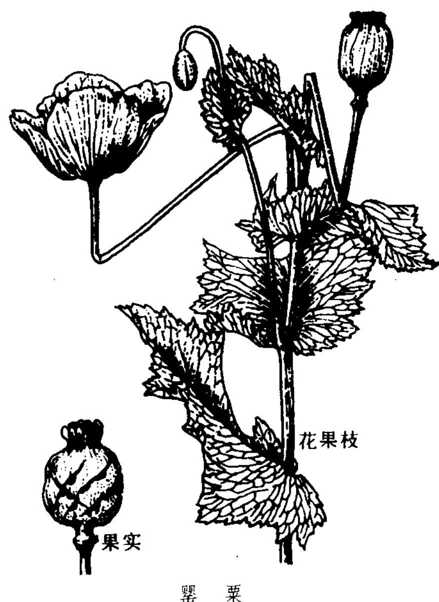
威尔士植物育种站（Welsh Plant Breeding Sta-

tion）建于1919年，位于威尔士西海岸阿伯里斯威思（Aberystwyth），为威尔士大学下属一科研机构，并受农业研究委员会的资助。主要是培育适于威尔士地区种植的作物和牧草品种。

酒花研究室（Department of Hop Research）建于1947年，位于肯特郡阿什福（Ashford），为伦敦大学魏农学院下属研究机构。英国酒花主产地局限于英格兰东南部，本世纪初，魏农学院对酒花进行研究，已有相当基础。1947年，在农业研究委员会、酒花销售局和酿酒协会的资助下建立该室，负责研究酒花育种、营养、栽培和收获方法。（曾 毅）

罂粟（opium poppy） 罂粟科罂粟属中的栽培种，学名 *Papaver somniferum* L.，一二年生草本植物。古名罂子粟、阿芙蓉。幼株、果实的乳汁和果壳供药用。原产欧洲南部及亚洲伊朗、土耳其等地。公元7世纪时由波斯地区传入中国。

株高60～100厘米。茎平滑，被有白粉。叶互生，灰绿色，无柄，抱茎，长椭圆形。花芽常下垂，单生，开时直立，花大而美丽，萼片2枚，绿色，早落；花瓣4枚，白色、粉红色或紫色。果长椭圆形或壶状，黄褐色或淡褐色，平滑，具纵纹。种子多数，肾形，细小。花期4月至5月，果期6月至8月。



罂 粟

乳汁（即鸦片）中含多种生物碱、吗啡（Morphine）、可待因（Codeine）与蒂巴因（Thebaine），对中枢神经有兴奋、镇痛、镇咳和催眠作用。罂粟碱（Papaverine）、那可汀（Narcotine）、那碎因（Narceine）等对平滑肌有明显的解痉作用；果壳（即米壳）性微寒，味酸涩，有小毒，含低量吗啡等生物碱。有敛肺、涩肠、止痛的作用。用于久咳、久泻、脱肛、脘腹疼痛。本品易成瘾，不宜常服。（朱蔚华）

营养生长（vegetative growth） 作物的营养器官由分化到完成体积和重量的增长过程。在营养生长期，如果植株生长健壮，地下部有强大的根系吸收水分和无机养料，地上部有足够的绿色体，充分利用日光能，制造积累较多的有机养分，就能为生殖器官发育打下良好的物质基础，所以营养生长的好坏与生殖生长关系密切。

营养生长所需的主要条件是土质肥沃，土壤含水量达田间最大持水量70%左右。温度在15～35℃，氮肥充足，磷钾肥适当，则营养生长迅速。如高温多雨，氮肥过多，会使某些作物的营养生长过旺，出现徒长和倒伏等现象。在温度偏低，水分、养分不足或受荫蔽时，则营养生长弱，会影响生殖生长，使产量、品质降低。

利用茎叶的作物如甘蔗、麻类、烟草及饲料、绿肥作物等，须促进营养生长，使茎叶繁茂。利用果实和种子的作物则需采取相应的促控措施调节营养生长。多数作物苗期的营养生长，地下部比地上部快，如棉花子叶平展时主根长与茎高约为2∶1；一真叶期约为3∶1。中期茎的生长加快时，地下部的生长相对转慢。甜菜、甘薯、马铃薯等的块根或块茎是靠地上部供给的光合产物膨大的，但地上部生长过旺，也会相应地减少有机养分向地下部输送。生产实践中常采用各种相应的技术措施来调节地上部和地下部的生长，如蹲苗、晒田，可抑制地上部生长，促进地下部分的生长。（张传忍）

硬粒小麦（durum wheat） 小麦属的四倍体栽培种之一，学名 *Triticum durum* Desf.。染色体数为 $2n=4x=28$，染色体组型为AABB。其籽粒质硬，以适合制做各式通心面粉制品著称。全世界年种植面积约3 000万公顷，仅次于普通小麦（见图）。硬粒小麦类型较丰富，已知有96个变种。

主要分布在沿地中海的北非、南欧、中东等地区以及苏联、加拿大、美国、阿根廷、澳大利亚、印度等国的部分地区。20世纪50年代以前，在中国西北、华北与西南部分省（自治区）曾有零星分布，因茎秆较高且晚熟，种植渐少。硬粒小麦与圆锥小麦在外形上很相似，主要区别是硬粒小麦护颖和外颖等长，比圆锥小麦的护颖大而长，而圆锥小麦的护颖仅为外颖长度的2/3；多数硬粒小麦的芒较圆锥小麦的粗而长；硬粒小麦籽粒长而大，硬质拱形脊居中，而圆锥小麦的籽粒短而小，半硬质或软质，拱形脊靠前。古老的硬粒小麦植株较高，多在100厘米以上。近代育成一些矮秆或半矮秆品种，株高60～90厘米；穗下茎的上部



硬粒小麦

多为髓质所填充，有的品种甚至全秆均充满髓质。穗大，多呈长方形，侧面宽于正面，小穗排列紧密、整齐；小穗多花，结实性好。穗轴不易折断，芒长，芒的长度超过穗长，一般在10厘米以上，芒势近平行状，大都为黑芒，无芒品种甚少。颖片革质，具明显的颖脊和颖嘴。籽粒长椭圆形，千粒重高，一般在40克以上，在中国青海省等高原地区可达60多克；一般蛋白质含量比普通小麦高2%左右，面筋含量也较高。硬粒小麦不易落粒，但易脱粒，适宜机械收获。一般品种抗条锈病、叶锈病、腥黑穗病及散黑穗病的性能较强。易感染赤霉病、根腐病及麦秆蝇；矮秆品种还易染叶枯性病害。均具有较强的抗旱性。

硬粒小麦以春性类型为主，弱冬性或冬性类型很少，世界一些主产区多以培育推广春性品种为主。苏联达格斯坦和阿塞拜疆的黑海沿岸地区，有一些越冬性较好的硬粒小麦类型。但还不是典型的冬性。60年代以来，苏联用冬性普通小麦与硬粒小麦进行种间杂交，已培育出一批冬性硬粒小麦新品种。中国从70年代末开始，用同样方法也获得了一些越冬性较好的冬性硬粒小麦新类型。同期内还育成一批丰产、抗病、质优的春性硬粒小麦新品系。

硬粒小麦具有较好的营养品质与工艺品质，具半透明蛋黄色的胚乳，用它研磨的优质粗粒粉（semolina），在先进的工艺条件下制成的各种通心面产品，具有半透明的黄色，耐煮性好。通心面产品除了长短与直径不同的管状面条外，还有各种实心面条、面片和花色繁多的扭曲等形状的面团制品。通心面适合欧、美洲人的口味，在国际市场上颇受欢迎。意大利是传统生产通心面的国家之一，其产品质量享有较高声誉，也是重要的外贸商品。（曾道孝）

硬粒玉米 见玉米类型。

硬籽（hard seeds） 种皮被有坚韧、致密的角质层或有疏水性蜡状物，导致短期内不易吸水发芽的种子。有人认为种子脐部结构致密不透水也是形成硬籽的原因。硬籽最常见于豆科作物种子。

硬籽从外部形态上看，有的种粒缩小，种皮色加深，但大部分很难鉴别，要通过浸种来测定。几种主要牧草绿肥种子的硬籽率大致是：紫云英10～15%；金花菜10～40%；苕子5～20%；白花草木樨30～60%；紫花苜蓿10～30%；田菁15～50%；小冠花50～60%；蒙古岩黄芪80%。硬籽率的高低与各物种的遗传性有关，如紫云英硬籽的遗传力达0.8～0.9。另外与种子成熟度及环境条件有关，种子愈老熟或在炎热干燥条件下成熟的种子，硬籽率就高。适期早收，可降低硬籽率。土壤中含钙多，或施石灰较多或在低温干燥条件下贮藏，都会增加硬籽率。带荚贮藏可缓冲环境的影响，使硬籽过程和解除过程缓慢。

多年生豆科牧草硬籽存在，有利于群体适应环境的能力。因为硬籽的寿命长，并由于种皮透性的差异，可延长出苗的时间，先出的苗如遇到异常环境条件而毁灭时，后续的苗还可以建立一定的植被，故硬籽的存在可用来建立自传繁殖的草地。但硬籽率高的种子，影响发芽率和发芽整齐度，栽培上为了取得早出苗，早齐苗，往往需要对种子进行播前处理。破伤种皮或使种脊产生裂纹，从而使种皮或脐部取得透性，有利吸水发芽。

具体方法是：①破伤种皮。处理大量种子可用碾米机，调节好间隙后将种子通过几遍，也可用石碾磨磨。少量的种子可按种子的不同，用95%浓硫酸浸泡5～60分钟不等，使种皮受轻度腐蚀，然后用水洗净再浸水使其发芽；②变温浸种和热水处理。如小冠花等种子可在温水中浸泡一昼夜，捞出曝晒，夜间移至凉处，保持润湿，经2～3天的昼夜变温处理，可使种皮透水性增加。田菁等种子可用热水处理，即在90℃水中浸5分钟，再移至15℃水中浸10分钟，就可降低硬籽率。此外有的种子用振荡可使种脊产生裂纹，有的

用无水酒精浸泡可使种皮提高透性。

（顾荣申）

莜麦 见燕麦。

油菜 (rape or rapeseed) 十字花科中芸薹属 *Brassica* L. 植物的若干物种所组成，以采籽榨油为种植目的的一年生或越年生草本植物。菜籽油是良好的食用油，在工业上也有广泛用途；饼粕可作肥料、精饲料和食用蛋白质来源。油菜在轮作复种中也有重要地位。20世纪60年代以来，油菜生产在世界范围内迅速发展，已成为四大油料作物（大豆、向日葵、油菜和花生）之一。

起源和传播 一般认为油菜有两个起源中心。白菜型油菜 *Brassica campestris* L. 和芥菜型油菜 *B. juncea* Czern. et Coss. 的起源中心主要在中国和印度；甘蓝型油菜 *B. napus* L. 的起源中心在欧洲。

白菜型油菜在中国古称芸薹（见图1），又称胡菜。公元2世纪，后汉服虔著《通俗文》中载有"芸薹谓之胡菜"（即今白菜型油菜）。宋代苏颂等编著《图经本草》（1061），开始采用"油菜"的名称，如"油菜形微似白菜，叶青有微刺。……名胡蔬。始出自陇，氐，胡也。"明代李时珍著《本草纲目》（1578）载："芸薹，方药多用，诸家注亦不明，今人不识为何菜，珍访考之，乃今油菜也。"他进一步考证它的来源："羌、陇、氐、胡，其地苦寒，冬月多种此菜，能历霜雪，种自胡来，"并说"通俗文谓之胡菜，……或芸，塞外有地名芸薹戍始种此菜，故名亦通。"根据这些文献考证，中国的青海、甘肃、新疆、内蒙古等省（自治区），可能是最早的油菜栽培地区。据明代朱棣著《救荒本草》（1406）、徐光启著《农政全书》（1628）和清代吴其浚著《植物名实图考》（1846）等著作中，均有关于野生山白菜的记载和图谱。从以上事实证明中国是白菜型油菜的起源地之一。在公元前2世纪，经朝鲜半岛传入日本。



图1 芸薹菜
（引自《农政全书》）

在印度古代梵文中（公元前2000～前1500年）记载，"Siaharta"可能是白菜型油菜的一种。印度学者D. 辛格（Singh, 1952）认为印度东北部可能是白菜型黄籽沙逊 *B. campectris* var. *yellow sarson* Prain 的初级起源中心。在欧洲，白菜型油菜又称芜菁油菜，并在瑞士苏黎士地区发现青铜时代的白菜型油菜的种子，它们的栽培至少始于中世纪。

芥菜型油菜在中国栽培历史悠久，早在北魏贾思勰著《齐民要术》一书中就有"种蜀芥、芸薹、芥子"的专篇论述："种芥子及蜀芥、芸薹取子者，皆二、三月好雨泽时种。……五月熟而收子。"此外，在中国古农书中也有关于野生植物山芥菜的记载和图谱（见图2）。根据细胞学检查和胚胎学研究，中国西北地区的野生油菜，可能是野生黑芥（*B. nigra* Koch, n＝8或9）的一种。黑芥是芥菜型油菜的原始祖先之一，因而认为中国可能也是芥菜型油菜的起源地之一。据苏联学者 E. И. 辛斯卡娅（Синская, 1922）研究表明：亚洲是芥菜型油菜的原产地，其类型分化中心在中国。据印度古代梵文记载："Rujika" 可能是芥菜型油菜的一种。印度学者D. 辛格（Singh, 1952）比较分析了阿富汗各种芥菜以后，提出芥菜型油菜系由中国通过印度东北部引入印度，此后经由旁遮普扩展到阿富汗。有的学者认为非洲也是起源地之一。

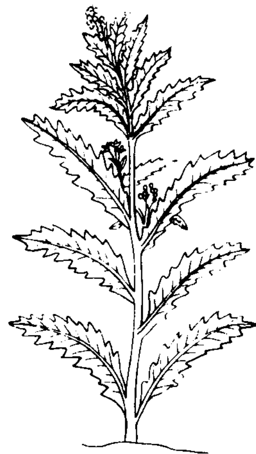


图2 山芥菜
（引自《农政全书》）

甘蓝型油菜的原始祖先之一甘蓝（*B. oleracea* L.），原产于地中海沿岸。甘蓝型油菜的叶用原始种可能产于地中海西部地区。据考证，甘蓝型油菜的栽培始于13世纪，16～17世纪在欧洲已广泛栽培。此后，由欧洲引入南美洲，而后由南美洲引入加拿大。日本明治维新以后，才由德国引入日本。20世纪30～40年代初，中国学者于景让、孙逢吉等先后从朝鲜、日本和英国引入中国。

生产概况 油菜广泛地分布于世界各大洲（见表1）。在亚洲，油菜栽培面积最大的国家是中国和印度，20世纪30年代最大种植面积都曾达到250万公顷，但单产低（一般单产450～525千克/公顷）。自70年代后期起，两国种植面积都扩大到300万公顷以上。至1985年中国油菜种植面积和总产量都超过了印度。

中国自1978年以来，油菜生产一直处于上升趋势。1985年油菜种植面积和总产均居世界第一（见表2）。

印度油菜以芥菜型油菜为主，占油菜种植面积的70%，白菜型油菜次之。混种面积很大，单产较低。巴基斯坦常年种植面积为66.7万公顷，芥菜型油菜比重也较大。日本种植的油菜，历史上是以白菜型（称为和种）为主，部分为芥菜型（称为芥子）。20世纪50年代开始发展甘蓝型油菜，1955年种植面积高达20万公顷以

表 1 世界油菜生产概况(1980～1984年平均)

国别	种植面积 (kha)	单产 (kg/ha)	总产 (kt)
中国	3 610	1 113	4 099.7
印度	4 020.5	546	2 196
巴基斯坦	512.3	607.5	247.5
日本	2	1 834.5	4
加拿大	1 726.5	1 153.5	2 256.3
智利	33	1 447.5	56.5
法国	441.9	2 374.5	1 045.9
英国	108.7	2 269.5	305
联邦德国	176.9	2 269.5	400
波兰	322	1 624.5	497.5
瑞典	173	1 954.5	340
丹麦	123.7	2 167.5	267.5
荷兰	9.7	3 589.5	32
捷克斯洛伐克	93.3	2 185.5	202.3
苏联	72.9	1 149	50
澳大利亚	21.5	826.5	18.3
全世界	12 159.3	1 074	12 967.5

表 2 中国油菜生产概况(1978～1985)

年份	种植面积 (kha)	单产 (kg/ha)	总产 (kt)
1978	2 599.3	720	1 868
1979	2 760.7	870	2 402
1980	2 844	840	2 384
1981	3 800.7	1 080	4 065
1982	4 122	1 380	5 656
1983	3 669.3	1 170	4 287
1984	3 413.3	1 230	4 205
1985	4 494	1 245	5 607

上，单产在1 500千克/公顷以上，居亚洲首位。以后，种植面积不断减少，近年来只有2 000公顷左右，长期依靠从加拿大大量进口菜籽（占加拿大出口总额的80%）。此外，南朝鲜、孟加拉、土耳其等国均有小面积油菜栽培。

加拿大虽是种植油菜较迟的国家，但发展很快。自1942年引种阿根廷的甘蓝型油菜和波兰的白菜型油菜以来，至60年代大量发展，集中分布于西部草原地区的三个省，常年种植面积达200万公顷左右，偏北部以白菜型春油菜为主，约占70%；偏南部为甘蓝型油菜，约占30%。20世纪60年代前期开展油菜品质育种以来，现在生产上应用的油菜品种，基本上均为品质优良的品种(称为Canola)，在国际贸易上占有优势。加拿大生产的油菜籽中70%供出口，是世界上出口油菜籽最多的国家。油菜在加拿大农业生产上已成为仅次于小麦的重要商品作物。此外，美洲国家中，美国、墨西哥和阿根廷均有少量栽培。

欧洲各国都种植油菜，总面积约166.7万公顷左右。以西欧、东欧和北欧所占比重较大，其中法国、波兰、英国、瑞典、联邦德国、民主德国、丹麦等国种植较多。如法国种植面积在46.7万公顷以上，波兰在26.7万公顷以上。欧洲的油菜单产居世界首位，平均在1 950千克/公顷以上。据1986年统计资料，英国油菜单产达3 023千克/公顷，联邦德国为3 114千克/公顷。欧洲油菜以甘蓝型冬油菜比重最大，白菜型油菜约占1/10左右，但甘蓝型冬油菜生育期长(300天以上)，一年一熟。法国、波兰、瑞典等国的油菜籽，除供应国内需要外，还出口北非、意大利和日本等。法国是出口油菜籽较多的国家之一。

此外，智利、巴西、阿根廷、澳大利亚、新西兰等国均有油菜生产，但面积很少。

中国油菜分布　油菜分布遍及全国。历史上以白菜型油菜为主，西部山区和西北内陆高原地区则以芥菜型油菜为主。1940年前后，由日本、朝鲜和英国引进甘蓝型油菜试种。1954年开始发展甘蓝型油菜，通过50年代后期和60年代的示范推广，在中国南方冬油菜区逐渐以甘蓝型油菜替换白菜型油菜，已占油菜种植面积的70%以上，使中国成为世界上甘蓝型油菜三大主产区(甘蓝型油菜在中国占70%，在欧洲占90%，在加拿大占30%)之一。

中国油菜按农业区划和油菜生产特点，以六盘山和太岳山为界线，大致上分为冬油菜区和春油菜区两大产区。六盘山以东和延河以南、太岳山以东为冬油菜区；六盘山以西和延河以北、太岳山以西为春油菜区。冬油菜区为中国油菜的主产区，占全国总种植面积的80%以上。此区又分六个亚区：华北关中区、四川盆地区、云贵高原区、长江中游区、长江下游区和华南沿海区。其中四川盆地、长江中游和长江下游等地区是冬油菜的主产区。80年代以来，黄淮中下游平原地区的河南省、安徽省北部和江苏省北部以及山东省西南部等，均是发展冬油菜的新区，生产潜力很大。春油菜区，以西部高原为主，包括西北、东北和华北北部等地区。有西北原产的白菜型小油菜(春油菜)和分布广泛的芥菜型油菜(春油菜)。云贵高原和蒙新内陆是芥菜型油菜类型分化最多和种植面积最大的地区，西北地区也是各种类型春油菜的产区，是世界上单产最高的地区。春油菜区又分为青藏高原区、蒙新内陆区和东北平原区三个亚区，后者是新发展的春油菜产区(见图3)。

形态特征　油菜属圆锥根系，由主根、支根和细根组成。一般主根上部渐次膨大，而下部细长，呈圆锥形，侧面生出侧根，侧根延长形成支根，支根上再生细根，构成完整的直根系。

种子发芽后胚茎延伸形成幼茎，一般光滑无毛，呈淡绿或紫红色；子叶以上的幼茎延伸后形成主茎，一般呈绿色或淡紫色，少数为紫红色或深紫色，表面薄

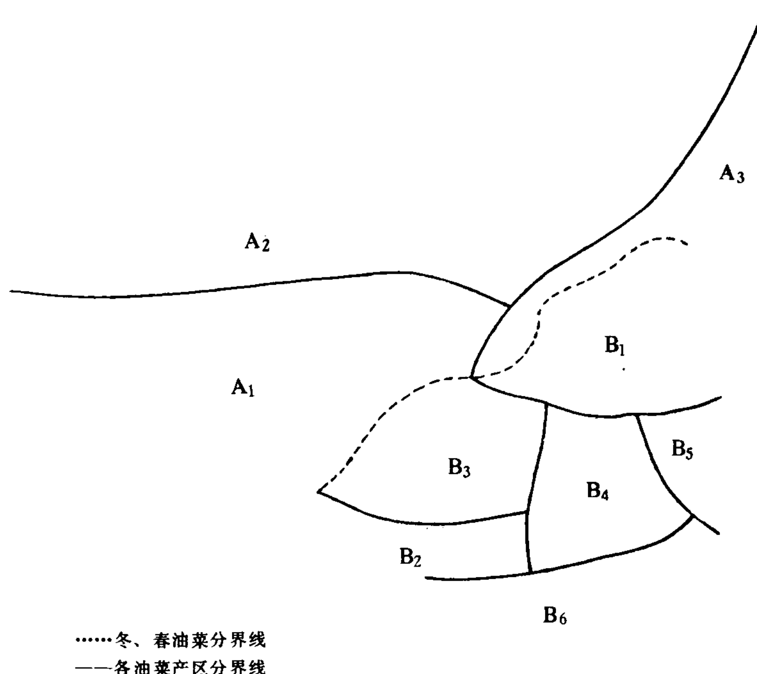


图 3 中国油菜产区分布

春油菜区：A_1青藏高原区；A_2蒙新内陆区；A_3东北平原区

冬油菜区：B_1华北关中区；B_2云贵高原区；B_3四川盆地区；B_4长江中游区；B_5长江下游区；B_6华南沿海区

被或密被蜡粉，茎面较光滑或着生稀疏刺毛。由主茎叶腋间抽生腋芽，延伸形成分枝。

叶片有基叶和薹叶之分。基叶呈椭圆、卵圆和长形，常有羽状裂片，通称琴状缺刻。叶面平展，或现皱缩，无毛或被刺毛，有光泽或被蜡粉，暗淡无光。叶色一般黄绿、绿或浓绿，有的呈紫红色。抽薹后，薹叶的形态特征，是鉴别三大类型油菜的显著标志。白菜型油菜的薹叶无叶柄，叶片全抱茎着生；甘蓝型油菜的薹叶也无叶柄，叶片抱茎着生；芥菜型油菜的薹叶则具有短叶柄（见图4）。

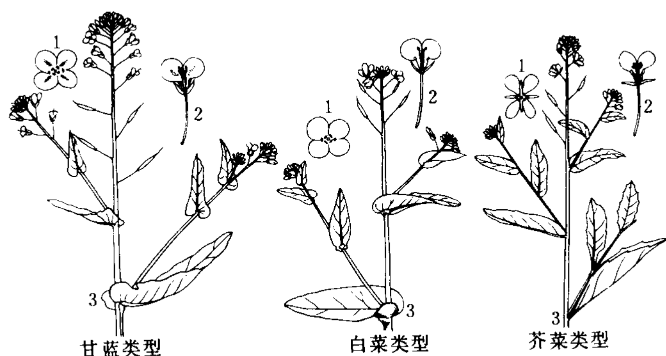


图 4 各种类型油菜的花序、花及薹叶着生状态

1. 单花正面；2. 单花侧面；3. 薹叶

油菜的花序是总状花序，呈伞房状（见图5）。萼片四片，长圆形或卵形，基部囊状。花瓣四片，花盛开时呈十字形，相互重叠或分离。一般黄色，也有鲜黄或金黄色的，少数白色或乳白色。

角果呈圆筒状，有壳状果瓣两片，在线状果瓣两侧着生两排种子。角果由果喙、果身和果柄三部分组成，果身一般长4～5厘米，少数最长达10厘米以上。角果内一般着生种子15～25粒；种子球形或卵形；种皮色泽一般为暗褐（通称黑色）或红褐色，少数淡黄或黄色；种皮上有黑色斑点，有或无粘质。种子内部有两片子叶，内、外子叶相互对折，子叶内富含油体。

生育特性　油菜的一生可分为发芽出苗期、苗期、现蕾抽薹期、开花期和角果发育期五个生育阶段。不同生育阶段的生育特点和对环境条件的要求各不相同。

发芽出苗期　油菜种子无明显休眠期，成熟的种子播种后遇适宜条件即可发芽。播种后吸收水分达种子自身重量60%左右，种子膨大约达原体积一倍左右时，即开始萌发。胚根先突破种皮，幼根深入表土2厘米左右时，根尖生长出许多白色根毛。胚茎向上伸长，幼茎直

立于地面，两片子叶张开，由淡黄色逐渐转绿，开始进行光合作用，称为出苗。

种子发芽以土壤水分为田间最大持水量的60～70%较适宜。最适温度为25℃，低于3～4℃、高于36～37℃都不利于发芽。在田间土壤水分适宜条件下，当日平均温度16～20℃时，播后3～5天出苗，5℃以下则20多天才能出苗。种子发芽时需氧量较高，当种子胚根、胚茎突破种皮后，氧的消耗量为1 000微升O_2/克鲜重·小时左右。因此土壤中缺氧会影响发芽出苗。在发芽初期土壤偏酸性对萌发有利。

苗期（出苗至现蕾） 苗期又分为苗前期和苗后期，出苗至花芽分化为苗前期，花芽分化至现蕾为苗后期。苗前期全为营养生长，苗后期除营养生长外，还进行花芽分化。

从苗期到盛花期都是根系生长盛期，而盛花期以后根系逐渐衰老，干重略有下降。

在苗期主茎一般不伸长，仅种植密度过大或春性较强的品种在早播情况下，主茎才伸长，形成高脚苗。主茎节数是在苗前期分化形成的，主花序一旦开始分化，主茎节的分化即停止。主茎每个节上着生一片叶，每片叶的叶腋有一个腋芽，除主茎最下部几个节的腋芽一般呈休眠状态外，其他部位腋芽均能进行生长。一般仅主茎中上部腋芽能形成有效分枝，除稀植油菜中下部腋芽能正常发育外，一般经一段生长后中途夭折。这与主茎中下部组织老化、光照不足和营养不良（功能叶层上移）有关。

主茎总叶片数的多少，与品种、播期和苗前期栽培条件有关，如在长江流域，春性品种泸州5号主茎总叶数仅15～20片，而冬性品种胜利油菜主茎总叶数30～35片，冬性较强的品种早生朝鲜为42～44片。适时早播、苗前期肥水条件好，主茎总叶片数多。甘蓝型油菜主茎上有三种不同叶片，即长柄叶、短柄叶和无柄叶。油菜苗前期伸长的叶片全为长柄叶，长柄叶是一组很重要的叶片，它的作用和影响贯穿油菜一生，它对各器官的生长发育和形成都有重要作用。

花芽开始分化是油菜进入苗后期的标志。全株花芽分化的顺序是，先主花序，后一次分枝花序，再二次分枝花序；同为一次分枝花序分化顺序是，先上部分枝花序，后中下部分枝花序，再中部分枝花序；在一个花序上花芽分化顺序是由下而上；一朵花的分化过程是：花蕾原始体分化——花萼分化——雌、雄蕊分化——花瓣分化——花粉、胚珠形成。油菜花芽分化迟早，受品种和栽培条件影响，一般春性品种花芽分化早，冬性品种分化迟；春性品种一般早播早分化，迟播迟分化，而冬性强的品种不论早播、迟播花芽分化都大体在同一段时期。苗前期营养条件好，花芽分化可适当提早。油菜现蕾前分化的花芽一般为有效花芽，现蕾后分化的花芽为无效花芽。

苗期生长适宜的温度为10～20℃。温度高则主茎节（或叶片）分化和花芽分化速度快。油菜苗期抗寒力强，短期0℃以下低温不致受冻，但持续时间长，则易遭冻害。光照充足有利苗期生长发育。苗期水分要适宜，一般为田间最大持水量的70%以上，否则叶片分化慢、生长慢。若遇冻害和严重缺水，导致叶片发皱和红叶现象。

现蕾抽薹期（现蕾至始花） 为营养生长和生殖生长并进时期。一般是先现蕾后抽薹。主茎伸长速度是慢、快、慢，在抽薹盛期主茎日生长速度可达5～6厘米。在现蕾抽薹期主花序不伸长，或略有伸长。主茎有三个茎段，主茎下部的节间一般不伸长，称为缩茎段，仅主茎中上部的茎伸长，节间依次延长的茎称为伸长茎段，主茎上部节间依次缩短的茎称为薹茎段。

当现蕾抽薹期结束，植株开始开花，分枝从上而下陆续伸长。分枝的生长受品种、植株生长状况和栽培条件影响。有的油菜主茎中下部腋芽发达，分枝出现早，分枝伸长速度与主花序相当或快于主花序，最后形成下生枝型，或形成丛生枝型；有的主茎中下部腋芽不能发育成分枝，仅上部腋芽成枝，主花序发达，最后形成上生枝型；有的分枝形成介于以上两者之间为中生枝型。油菜主茎总叶片数较多，特别是现蕾抽薹期绿叶数多，则形成的一次分枝也多。

现蕾抽薹期正是前期分化花芽的胚珠分化期，也可以说是有效花芽的胚珠分化期。

冬油菜一般在初春后气温5℃以上时现蕾，10℃以上迅速抽薹。但温度过高则主茎伸长过快，常出现茎薹纤细、中空和弯曲等现象；温度低于0℃则导致裂薹和死蕾现象，特别是处于单核期或二核期的花蕾最易受冻。现蕾抽薹期日照充足，有利于茎生长和分枝形成。现蕾抽薹期水分较多，有利主茎伸长，土壤湿度以达到田间最大持水量的80%左右为宜。

开花期（始花至终花） 是营养生长达到最大值并进入旺盛的生殖生长为主导的时期。主花序和分枝花序迅速伸长，至盛花期时株高、叶面积和干重达最大值，盛花期最大叶面积系数可达4～5，叶片光合作用旺盛，花期主要功能叶为无柄叶和部分短柄叶，并且以分枝上的叶片为主，约占单株总叶面积的80～90%。

油菜开花顺序与花芽分化顺序相同。一朵花开花需经历四个阶段：显露阶段（傍晚时略现黄色花瓣）——伸长阶段（次日晨花瓣略松散）——展开阶段（8～10时花瓣平展）——萎缩阶段（一般开花后20小时萎落）。油菜属虫媒花和风媒花，花粉在柱头上约45分钟后即发芽，授粉后18～24小时后受精。花粉和雌蕊的生活力，一般可保持一周左右，但花粉在田间仅有一天，雌蕊在开花后3天内受精能力最强，3天后受精能力下降的主要原因是柱头上乳突细胞萎缩，逐渐破坏，至开花后7～8天完全解体，失去受精能力，油菜经授粉受精

后形成结合子，授粉愈充分，受精愈好，则结实愈高，因此也可以说油菜开花期是胚珠能否形成合子的决定时期。

油菜开花期需要一定环境条件，温度为12～20℃，最适为14～18℃，早熟品种适温偏低，迟熟品种适温偏高。气温在10℃以下，开花数显著减少；5℃以下多不开花，0℃以下则导致花器脱落。但温度高于30℃，虽可开花，但结实不良。开花期适宜的相对湿度为70～80%，若低于60%、高于94%都不利于开花。花期降雨会显著影响开花结实。油菜花期为对土壤水分反应敏感的"临界期"，缺水将影响开花和导致花器脱落，影响光合作用进行。开花期土壤湿度应为田间最大持水量的85%左右。

角果发育期（终花至成熟） 即角果发育、种子形成、油分累积过程。角果发育的特点是长度增长快，宽度增长慢。如甘蓝型胜利油菜在开花后15天角果不再伸长，但宽度到开花后21天才基本定型。一个6厘米长的定型中等角果，其表面积约为7.5厘米^2，盛花后叶面积迅速下降，而此时角果皮面积迅速增大。皮面积指数等于或大于最大叶面积指数；角果皮光合强度（15.5毫克CO_2/分米^2/小时）仅略低于叶片的光合强度（20毫克CO_2/分米^2/小时），而且处于油菜上层光合产物能就近运向种子，种子干物质的40%是由角果皮光合产物提供的。

油菜种子由胚珠受精后发育而成。据观察，以胜利油菜为例，种子发育大体分为三个阶段：①细胞增殖阶段：开花后受精卵经多次分裂，至第10天出现明显球体；②种胚发育阶段：开花后13天胚体变长，开始出现子叶和胚根分化，开花后16天子叶分化明显，胚根达一定长度；③种胚充实阶段：开花后19天胚体进入鱼雷期，开花后25天胚根紧贴子叶边缘，以后胚体进一步生长，种子充实饱满，胚乳消失。至开花后33天种胚充实完毕。

随着种子的充实和干重的增长，油分逐渐累积，如胜利油菜在开花后9天种子含油率为5.76%，到开花后21～30天由17.96%迅速增至43.17%，此后含油率基本稳定。

油菜角果和种子形成期间适宜温度约为20℃，温度低则成熟缓慢，若日平均气温在15℃以下，一般中晚熟品种不能正常成熟。但温度过高又易造成高温逼熟，种子千粒重不高，含油量降低。昼夜温差大有利于种子形成和油分累积。日照也要充足，长期阴雨连绵，光合作用降低，严重影响产量和含油量。土壤水分以田间最大持水量的70%以上较好，田间渍水或过于干燥都会使油菜早衰，影响种子产量和含油量。

用途及其综合利用 从籽粒中提取的菜籽油是良好的食用油。无芥酸的菜籽油用于制造人造奶油，并可作生菜油（色拉油）、起酥油和调味用油，在食品工业中占有重要地位。菜籽油中各种脂肪酸组成，与其他食用植物油相比，其主要特点是芥酸含量很高（一般40～55%）。芥酸为廿二碳的长链脂肪酸，人体不易消化吸收，营养价值低。通过品质改良后，无芥酸的菜籽油中油酸和亚油酸的含量显著提高，亚油酸是动物油中所不具有的，只有依赖植物油的供应，易为人体消化吸收，并有降低人体内血清胆固醇和甘油三酯、软化血管和阻止血栓的形成，对人体的脂肪代谢起着特别重要的作用。

高芥酸（芥酸含量为55～60%）的菜籽油，是重要的工业原料，在铸钢工业中作为润滑油。一般菜籽油在机械、橡胶、化工、塑料、油漆、纺织、制皂和医药等方面都有广泛用途。

榨油后的菜籽饼，其蛋白质含量高达36～38%，营养价值与大豆饼相近，是良好的精饲料。但菜籽饼中含有硫代葡萄糖甙，硫甙本身无毒，水解后在芥子酶作用下，裂解为异硫氰酸盐和噁唑烷硫酮等有毒物质，作为饲料可使牲畜甲状腺肿大，导致代谢作用紊乱，以致死亡。通过品质改良，把硫甙含量降到0.3%以下，就不会产生毒害。

去掉硫甙后的菜籽饼中富含蛋白质，其含量仅次于大豆饼（45%）。据分析，菜籽饼氨基酸中赖氨酸、谷氨酸的含量接近豆饼，蛋氨酸稍高于豆饼，是良好的精饲料。精制后的饼粉富含优质蛋白质，与其他饲料配合（饼粕占10～20%）使用，或加工成蛋白质食品。菜籽饼是重要的饼肥。

油菜是谷类作物的良好前作，在农作物轮作复种中占有重要地位。油菜根系能分泌有机酸，可溶解土壤中难以溶解的磷素，提高磷的有效性。根、茎、叶、花、果壳等含有丰富的氮、磷、钾，后期阶段大量落花落叶，收获后残根和秸秆还田，能显著提高土壤肥力，并改善土壤结构。

此外，油菜花器多，花期长，具有蜜腺，是良好的蜜源植物。芥菜型油菜的种子既可制作芥末，也是芳香料的重要来源之一。 （刘后利）

油菜病害 (rape disease) 油菜由于气候、土壤、耕作栽培条件等的不同，其病害的发生和流行也有较大的差异。在已发现的病害中，中国经常发生的有10种左右，一般以菌核病、病毒病、霜霉病、白锈病、猝倒病、立枯病、软腐病等的发生较普遍，为害也较严重。个别地区还有根肿病、黑胫病、白粉病、黑腐病、白斑病等病害。亚洲油菜产区，如印度、日本、朝鲜、泰国等的病毒病和菌核病发生也较普遍。欧洲各国和澳大利亚油菜产区，除菌核病、病毒病外，黑胫病为害也很严重。感病油菜不仅影响产量，种子含油量也会降低。

菌核病 *Sclerotinia sclerotiorum* 是油菜上的

重要病害，其发生几乎遍及全世界所有温暖潮湿的油菜产区。中国以长江中下游及东南沿海一带发病最重，各类型油菜品种均感病，一般减产5～10%，严重的50%以上，甚至颗粒无收。

在温暖潮湿的天气（即温度10～15℃、相对湿度85%以上）春季3月至4月油菜开花期是病菌入侵茎叶及凋萎的花的有利时机。苗期如气候条件适合也会发病，病斑多在根颈处，为害严重时造成死苗；成株期主要是茎部受害，也是本病的主要为害阶段。病菌大部分先侵害叶片和花瓣，再蔓延至茎部，病茎内部常被蚀空，表皮破裂，内外均能形成菌核；病株呈现未熟先枯，角果不实或秕粒，千粒重下降，品质变劣。

采取农业防治与药剂防治相结合的综合措施。包括水旱轮作，消灭菌核，实行与水稻或不感染本病的大、小麦2～3年至4～5年轮作制；深耕深翻，中耕培土，深埋菌核，护根防倒；清水选种；合理密植与施肥，开沟排渍水降低土壤湿度；及时清除老残病叶；选用抗耐病品种，选留无病株种子，发病时及时用药剂防治。

病毒病又称花叶病。世界冬春油菜区均有发生，为害程度因地区、年份不同差异很大。一般冬油菜区，近城郊区，秋冬温暖年份以及多雨潮湿年份发病较重。以幼苗期染病损失最大，严重时减产70%以上，且染病油菜又易染霜霉病，冬春也易受冻害。中国油菜区引起油菜病毒病的绝大多数是芜菁花叶病毒（TPMV），其主要传染途径是通过蚜虫传病，一般蚜虫大发生往往引起病毒的流行。选用抗病品种是防治病毒病经济有效的途径，甘蓝型油菜较白菜型和芥菜型油菜抗病力强；根据不同地区的气候、品种的发育要求和蚜虫的发生规律，因地制宜地调整播种期进行适期播种，选择前作不是十字花科蔬菜或远离十字花科蔬菜的田地作苗床，早治蚜虫等防治措施。

霜霉病和白锈病又称"龙头病"。也是油菜常见的病害，分布范围比较广泛。冬春寒冷多雨有利发病，尤其是春季寒潮多雨的年份或地区更适宜发病，且两病常常并发，影响油菜的产量和品质。

霜霉病 *Peronospora parasitica* 主要病症是叶上发生多角形的黄斑，天气潮湿时病斑上长满霜状霉层。有时花序顶部肿大成"龙头"状。

白锈病 *Altugo cancide* 主要病症是叶背面或肿大的病茎上产生白色泡状的斑点，泡内有白粉为病菌的孢子囊。茎部受病后扩展范围较大，常引起花梗肿大成"龙头"状，其上的花、萼片、子房、雄蕊、雌蕊等，均能因病菌的刺激而膨大成畸形并呈绿色。

以选用抗（耐）病品种，实行水旱轮作，加强田间管理，结合药剂防治。

猝倒病和立枯病 *Pythium aphanimatum, Rhizoctonia solani*，在油菜苗期多雨的地区，土壤潮湿，常在苗床上和直播田里发生，是比较普遍的幼苗期病害。其症状主要是幼苗的茎基部受病干缩变细，易倒伏，严重的萎蔫死亡，病苗生长缓慢，多为弱苗。

猝倒病发病最适温度为28℃左右，幼苗茎基部的病斑呈水渍状，空气潮湿时，病部密生棉絮状菌丝体；立枯病，致病温度为18℃左右，病斑褐色，湿度大时，表面生深褐色菌丝体，呈蛛网状。常形成菌核，菌核内外均为褐色。两病均需要高湿度条件并通过土壤传播病害。

防治措施，苗床和直播田应精细整地，土壤颗粒不宜过大，应特别注意排水，适时间苗，保持合理密度，增施草木灰、石灰粉以调节土壤酸碱值，或用药剂进行土壤消毒，结合药剂防治。

软腐病 *Erwinia aroideae* 又称根腐病，在过早播种的油菜田容易发生。其病症是在油菜近地面的茎上呈现水渍状软腐，有恶臭味。病菌通过虫口和孔口侵入，或虫体带菌传病。采用药剂防治传病昆虫，畦栽油菜，降低田间湿度，施用充分腐熟的肥料，以免带入病虫。（张成琬）

油菜虫害 (insect pests of rape) 中国油菜产区虫害已发现的约有45种，常发生而造成为害的有10多种。冬油菜区发生比较普遍的有蚜虫、菜粉蝶、潜叶蝇、跳甲、猿叶虫等。春油菜区以蚜虫和跳甲分布最广，为害也最严重，局部地区还有油菜象甲，芜菁叶蜂、菜根蝇、小菜蛾及金针虫、蛴螬等的发生和为害。菜根蝇和金针虫等害虫，不仅直接啮食菜根，并能传播软腐病。上述虫害在亚洲、欧洲及澳大利亚各油菜产区均有发生和为害，以蚜虫和跳甲对油菜为害最重。

蚜虫　主要有桃蚜、萝卜蚜及甘蓝蚜。桃蚜和萝卜蚜分布遍及世界各油菜产区。甘蓝蚜分布较窄。三种蚜虫在油菜上有时混合发生，其为害情况基本相同，均以成蚜和若蚜在油菜的叶、茎和花梗上吸汁，为害严重时植株萎缩、生长停滞以至枯死，也是传播油菜病毒病的重要媒介。以春秋两季发生量较大，油菜播种后，如气温适宜（温度16～17℃），降雨少，天气干燥（相对湿度76%以下）常引起大发生。连续降雨或大暴雨，对其繁殖和迁飞均不利。

油菜蚜虫一年发生10～40代，因地区而异，一般寒冷地区较少，温暖地区较多。冬油菜区8月中下旬开始向油菜上迁飞，迁飞高峰期第一次是10月下旬，第二次是11月下旬，第三次是翌年2月中下旬，春油菜区蚜虫于7月至8月间集中为害油菜的幼嫩角果。蚜虫迁飞的早迟与种植密度和当地温湿度有关。蚜虫体小，繁殖力强，且寄主复杂，为害时间长，往往容易忽略其严重性。

在防治上应掌握早治、连续治、彻底治的原则，把

蚜虫消灭在为害之前。经常保持油菜苗床和本田土壤湿润；秋季蚜虫迁飞之前，铲除田间、田边杂草；油菜播种后于油菜田间或空地上，设置涂有机油或凡士林的黄色板诱杀蚜虫，或使用药剂防治。

菜粉蝶 *Pieris rape* 又称菜青虫、白粉蝶。分布范围广，中国除广东、台湾等省为害较轻外，其余地区发生和为害均较严重，是油菜幼苗期的重要害虫，也能为害幼茎和角果。幼虫啃食叶肉留下一层薄而透明的表皮，或将叶片咬穿，吃成缺刻，为害严重时能将叶片吃光只剩叶柄，以致植株枯死。菜粉蝶为一年多代害虫，为害油菜主要是在9月至11月发生的7～9代。其幼虫生长最适温度为25℃左右，最适湿度为相对湿度76%左右。靠近菜园地、住宅区的油菜田，由于虫源多，受害较重。

清洁田园，油菜播种前和移栽前，将藏匿虫子的枯枝落叶和杂草清除集中沤肥或烧毁，以杀死幼虫和蛹，冬季收拾菜园附近的墙、屋檐、篱笆等处藏留的越冬蛹。在幼虫三龄前用药剂防治。

潜叶蝇 *Phytomyza hortico* 分布地区和寄主范围均很广泛，食性也较杂。为害油菜主要是幼虫，蛀食叶肉，留下表皮形成白色隧道。有时一片叶潜入几十条虫，被害叶片逐渐变白，失去光合作用，以致枯萎脱落，有时还为害花梗和角果，造成籽粒不饱满。早春虫口数量逐渐上升，春末是为害油菜的高峰期。早春大发生前摘除老、黄脚叶，铲除田内外杂草，或于成虫羽化前进行培土壅蔸，使蛹不致羽化，利用成虫吸食花蜜的习性，于盛发期点喷诱杀剂或用毒饵诱杀成虫，或于幼虫蛀入叶片前，产卵盛期或幼虫孵化初期喷药剂防治。

跳甲 油菜上主要发生的有黄曲条跳甲及黑条跳甲，是油菜苗期的重要害虫，以春油菜受害最重，冬油菜受害较轻。成虫和幼虫均能为害，以成虫为害为主。当油菜初现子叶时就可能和生长点一起被吃掉，使幼苗成片枯死。幼虫为害幼苗根部，使地上部变黄萎蔫而死。油菜抽薹开花以后，成虫为害花蕾和幼嫩角果，影响结实。

春油菜区常用秋耕、冬凌、深翻、冬灌、播前灌水，清除田间杂草和残株落叶等措施，消灭越冬成虫或幼虫，虫害发生时用药剂防治。

猿叶虫 常见的有大猿叶虫、小猿叶虫，以大猿叶虫较多 成虫和幼虫咬食叶片，造成许多小孔，严重时被害叶片成网状，有时也食油菜的幼茎和角果。利用其假死性，用击落法集中捕杀成虫或幼虫，结合药剂防治。

（张成琬）

《油菜的遗传和育种》（*Genetics and Breeding of Rapeseed*） 中国全面论述油菜育种理论与经验的专著，由油菜专家刘后利主编并组织傅庭栋、官春云等6位同志共同编写。全书分3编21章。第一编为遗传，有6章，叙述了油菜各个种的分类、定名、亲缘关系、起源，在世界上的地理分布；介绍基本种和复合种及其染色体组、细胞遗传学和种间杂交的细胞遗传学；油菜主要器官的性状遗传、生理性状和数量性状，以及品质性状的遗传。第二编为育种，分11章，分别叙述繁殖方法与育种的关系，花器构造和开花习性，自交和杂交技术，中国不同产区的育种目标，品种资源，发育特性和应用，选择育种，杂交育种，杂种优势利用，育种的其他途径和方法，品质育种等。第三编为良种繁育，有4章，介绍品种混杂退化原因及其防止途径，良种繁育制度，原种生产和检验以及杂交油菜的繁殖制种程序和技术方法等。本书后有三个附录，其一为中国各省现有的主要品种及其特性特征；其二为世界各国现有主要品种及其特性特征；其三为中国现行的试验观察记载与产量分析的标准和方法；最后附中外参考文献26篇。全书共592页，497千字，1985年由上海科学技术出版社出版。

（吴 华）

油菜低芥酸和低硫代葡萄糖甙育种 (breeding for double low contents of erucic cocid and glucosinates in rapeseed) 降低油菜种子中芥酸和硫代葡萄糖甙含量的育种方法。其指标为菜籽油的芥酸含量低于1%，油菜饼粕中的硫代葡萄糖含量低于40μmol/g。芥酸和硫代葡萄糖甙含量是独立遗传的，通过慎选亲本及采用适当育种措施，把低芥酸和低硫代葡萄糖甙含量结合起来，选育双低的新品种是完全可能的。主要采取单交、复交和互交三种方法。

单交育种法 用双低亲本与普通品种杂交，对杂种后代进行选择育成新的双低品种，如双低品种湘油11，即由Marnoo（双低）×甘油5号（普通推广种）的杂种后代中选育而成，其产量超过对照湘油5号，现已在湖南省扩大种植。

复交育种法 是双低育种的有效途径，可以把低芥酸和低硫代葡萄糖甙基因转移到适宜的栽培品种中去。加拿大第一个双低品种托尔（Tower）就是由复交育种法育成的。即：先是将低芥酸品种李霍（Liho）的一个无芥酸选系与栽培品种得瑞特（Turret）杂交和回交，把低芥酸特性转移到Turret中，再用Bronowski与Tunet的杂种与前面的Turret进行复交，将低芥酸与低硫甙的特性结合，育成了世界上第一个双低品种托尔（Tower），其芥酸含量0.2%，硫代葡萄糖甙0.15%。

互交育种法 瑞典采用互交育种法选育双低品种，具体做法是先分别育成高产低芥酸和高产低硫甙的两个群体，然后在这两个群体间进行互交，从互交后代

中选育出双低品种供生产应用。

在双低育种中，一般杂种后代出现双低个体的频率较低，产量也较低且抗性较差。为了改善育种材料的产量性状和其他农艺性状，常用优良推广品种作轮回亲本进行回交，以求育成优质、高产、多抗、稳产的新品种。 （高永同）

油菜低芥酸育种 (breeding for zero erucic acid in rapeseed) 降低油菜种子中芥酸含量为目标的育种工作。芥酸是由二十二个碳原子组成的长链不饱和脂肪酸，它具有不易挥发而又易于凝聚的特性。在普通菜油中，芥酸含量为45～50%，人体对芥酸吸收缓慢，利用率低。将菜籽油中的芥酸除去或含量降低到1%以下，对人体有利的油酸和亚油酸即大幅度地提高，从而改善了菜籽油的营养价值。

低芥酸育种引起世界油菜育种家的重视。技术上取得较大的突破是在1961年加拿大从联邦德国引进的饲料用春油菜品种，李霍(Liho)从中选出低芥酸单株，再与Nugget进行杂交，从杂种后代中育成了世界上第一个低芥酸甘蓝型春油菜品种奥罗(Oro)，其芥酸含量为0.3～2.2%，油酸和亚油酸增加一倍以上。另一方面是采用半粒法、纸层析和气相色谱分析法等快速而准确的分析方法，使育种家有可能对大量育种材料进行早期筛选。

半粒法系将油菜种子浸水使其萌发，在胚根微现时，去其种皮，并切取其中一片子叶作为分析样本，进行芥酸含量分析，另一片子叶和具有胚根、胚茎、胚芽的部分编号并妥善保存，在培养皿中继续生长，待分析完毕，按编号将低或无芥酸的种子留下，其余样本全部淘汰，这样就有可能大量而有效地对育种材料进行筛选。中国福建农业科学院在半粒法基础上提出一种改进的"切片法"。用"切片法"不须萌发种子，取干种子用刀片将种子外子叶连同种皮切下一小块进行芥酸含量分析，被切的干种子如确定是无芥酸或低芥酸的种子，可在干燥低温条件下加以保存，以备播种。成苗率高达98%以上。幼苗仍为两片子叶，只是被切的一片子叶部分残缺而已。测试后的种子可放置2～3个月以上至半年再行播种，因此筛选工作可不受季节的限制，使育种家有充分时间处理试验材料。

由于芥酸含量水平是由胚的基因型而不是由母体植株的基因型所控制，所以在F_1种子中可分离出约1/4(白菜型)和1/16(甘蓝型)低芥酸的单粒。以后经过定向选择和培育，就可以育成稳定的低芥酸材料。

杂交和连续回交相结合是选育低芥酸和无芥酸品种的有效方法。通常以一个无芥酸(或低芥酸)品种与当地高芥酸良种进行杂交，再以当地优良品种作轮回亲本，与具有$E_1e_1E_2e_2$基因型的植株进行多次回交，再经一次自交和重复选择即可育成；也可在杂交之后直接用单株选择法选育，如奥罗品种。 （高永同）

油菜低硫代葡萄糖甙育种 (breeding for low content of glucosinates in rapeseed) 降低油菜种子硫代葡萄糖甙为目标的育种工作。在油菜饼粕中硫代葡萄糖甙的含量一般为120μmol/g左右，当饼粕吸水或受潮后在芥子酶催化下，分解为有毒的异硫氰酸盐和噁唑烷硫酮，而且还产生恶臭，对家畜特别是单胃动物有害，使甲状腺肿大及代谢紊乱，故不能作家畜饲料。例如：牛的饲料中配以20%以上的油粕，其呼吸就受阻碍。将油菜籽饼粕中的硫代葡萄糖甙的含量降低到30μmol/g以下，即可大幅度地提高饼粕的饲用价值。

1967年Krzymanski发现波兰甘蓝型油菜品种布罗洛夫斯基(Bronowski)，其种子中硫代葡萄糖甙含量只有常规品种的10%(即12μmol/g)，各国随之利用它作为低硫甙的种质。低硫甙育种可以采用系统选择、品种间杂交和回交等方法。油菜种子中硫甙含量主要受母体植株基因型控制，高硫甙材料与低硫甙材料杂交，当代种子与母体植株相同，F_2代可分离出1/64(甘蓝型)的低硫甙单株。但考虑到其他农艺性状的综合选择，低硫甙的筛选宜在稍后世代进行。浙江农业科学院从浙油7号中筛选出低硫甙单株，经过杂交选择育成低硫甙品系84-1，硫甙含量低于35μmol/g，含油量和产量均高于推广种，现已在浙江省扩大种植。瑞典用Bronowski×Gulle再与SV. Hermes杂交，育成了低硫甙的春性甘蓝型品种SV75/2516。

（高永同）

油菜冻害 (low temperature injury to rapeseed) 油菜受低温影响而发生的各种损害的总称。油菜组织柔嫩，含水较多，易遭受冻害。根据冻害发生的部位，一般可分为叶部、根部、蕾薹三种冻害。

叶部受冻 发生最为普遍。①叶片僵化。叶片在早晨全部僵化，呈油绿色，脆而易折，其主要原因是细胞间隙结冰，但未损伤细胞，到中午前后随气温升高，僵化叶片中冰粒逐步融化，叶片变软复原。②叶片冻枯。当气温在0℃以下持续时间较长，或北风强烈，则叶片边缘和叶尖常变枯焦；在－5～－6℃时，叶片局部受冻，外围叶片首先枯黄，在－7～－8℃时，外围大叶常冻死，但心叶完好；在－10℃以下时，如果时间长，则心叶受冻，以致幼苗全株冻死。叶片冻枯的主要原因是细胞内结冰，失水后即变枯。

根部受冻 又称根拔或抬根。当气温下降到－5℃以下，夜间土壤冻结，体积膨大，将根抬起，白天气温升高，冻土融化下沉，致使幼苗根部外露或折根卧倒受冻。一般在晚播迟栽，菜苗瘦弱，耕作粗放，渍

水较多，或融化雪水难于排除的田块容易发生。

蕾薹受冻　油菜进入现蕾抽薹期以后抗寒力大大减弱，遇0℃以下低温即受冻。蕾受冻后初呈黄红色，而后枯死，花序伸长后则形成分段结角现象。薹受冻轻者薹茎形成纵向裂纹，严重的主茎皮层破裂，甚至纵向破裂、翻转，萎缩下垂，以致枯萎而死。一般春性较强的早熟品种，在早播或秋冬气温较高出现早薹早花情况下，常有发生。

雪害引起冻害，除因降雪量大时茎叶受压折断造成机械损伤外，同样也有低温的影响，在有雪覆盖的情况下，叶片不能进行光合作用，而呼吸消耗照常进行，至融雪时气温低，油菜体内因糖分严重消耗，耐寒性下降，而发生不同程度的冻害。此外长期积雪条件下还容易产生雪腐病。

油菜冻害与品种特性、植株生育状况和生理特性有密切关系。一般白菜型油菜和甘蓝型油菜春性品种容易受冻。苗期匍匐生长，叶片厚，组织致密，叶色浓绿，蜡粉多，越冬时生长点下陷的白菜型油菜和甘蓝型油菜冬性品种，抗寒性较强，冻害较轻；凡根系发达，叶片数较多，叶片生长健壮的植株，积累的碳水化合物多，糖分含量多，细胞液浓度高，抗寒力强。据观察，在最低温度为－8℃条件下，如果功能叶叶柄细胞液浓度在7%以上，根颈细胞液浓度在10%以上，油菜受冻较轻。同一植株，外部叶片的细胞液浓度较低，内部叶片较高，所以植株外部叶比内部叶容易受冻。此外，油菜在温度骤然下降，低温持续时间长，土壤过干或受到病虫为害条件下，也容易遭受冻害。

防止油菜冻害的措施：①选用抗寒性强的品种，在中国北方冬油菜区要特别注意选用生长点不外露，最好是进入越冬阶段生长点下陷的抗寒品种。②适时播种，培育壮苗。长江流域9月下旬、10月上旬播种，北方冬油菜区9月中旬播种，使油菜冬前有10片左右正常绿叶，而且不早薹早花。③早浇越冬水。北方冬油菜区在立冬至小雪期间浇灌越冬水，可稳定地温。长江流域在秋冬干旱和骤然降温条件下，也应灌水防冻。④增加覆盖，培土壅根。北方冬油菜区在日平均温度3℃左右时即可盖土（厚5～10厘米），可在行间开沟壅土。长江流域结合培土，壅施腊肥，防冻效果好。⑤加强管理，排除融化雪水，防治病虫害等。

（官春云）

油菜冬壮春发 (vigorous winter growth and early spring development of rapeseed)　冬油菜在冬春生长季节所形成的高产长势长相。其主要特点是冬苗健壮，春发稳长。这类油菜在冬前有效生长期内，有较大的营养生长量与养分积累，进入越冬时具有一定大小的营养体，根系较发达，根颈粗1～1.5厘米，单株绿叶数7～10片，叶面积系数0.7～1，叶片深绿厚实，基叶抽生一定腋芽，花芽分化早、分化势强，越冬抗寒力强；春季生长稳健，表现叶面积稳长，始花期叶面积系数达3左右，盛花期叶面积系数达4～5。茎薹粗壮，分枝数较多，群体结构好。

体内碳氮代谢正常，花期抗寒力强。进入结角阶段不早衰，对产量形成十分有利。

生产实践证明，冬油菜冬前不壮，春后不发；或冬前早发旺长，春后脱力早衰；或冬前不发，春后催长的油菜产量都不高。只有冬壮春发的油菜容易实现稳产高产。

促进油菜冬壮春发的关键是培育壮苗，促进冬前和冬季生长发育，同时加强春季田间管理。其主要措施是：①适期播种：一般在秋季气温为18～20℃时播种，争取出苗后或移栽后有50～60天有效生长期，以充分利用冬前的温度和光照条件，促进苗期的生长发育。②培育壮苗：育苗移栽油菜要加强苗床期管理，做到及时间苗、定苗，结合抗旱追肥提苗，防治蚜虫、病毒病等病虫为害，适时移栽等。直播油菜也要及时间苗、定苗，中耕除草，抗旱追肥，及时排、灌水。进入越冬时进行一次深中耕和培土。③合理施肥：底肥要施足，以有机肥为主，配合施用磷钾肥，底肥应占总施肥量的40%左右。追肥应做到勤施提苗肥，重施腊肥，入春后看苗早施或重施薹肥。④春季雨水多的地区应及时清沟排水，春旱地区遇旱及时灌水。此外，采取综合措施防治菌核病和霜霉病等病虫为害。

（官春云）

油菜类型 (types of rapeseed)　根据油菜的植物分类学特征、细胞学特点、种间亲缘关系及其农艺性状分为若干类群。一般分为白菜型、芥菜型和甘蓝型。

类型分类　在中国，对油菜分类的早期记载，有北魏贾思勰著《齐民要术》中，已有"种蜀芥、芸薹、芥子"的专篇论述，其中蜀芥即今芥菜型油菜，芸薹即今白菜型油菜，芥子即今作蔬菜用的芥菜。表明中国古代油菜已有蜀芥和芸薹之分。直到19世纪清代吴其浚著《植物名实图考》，才明确把中国油菜分为油辣菜（即芥菜型油菜）和油青菜（白菜型油菜）两大类。芸薹菜在《唐本草》始著录，即油菜。"然有油辣菜、油青菜两种。油辣菜味濁而肥，茎有紫皮。多涎、微苦。""油青菜同崧菜（即白菜）冬种生薹，味清而腴。"1956年农业部在四川重庆召开的油菜试验研究座谈会上，按植物分类学特征和农艺性状归类为三种类型（见下页表）。

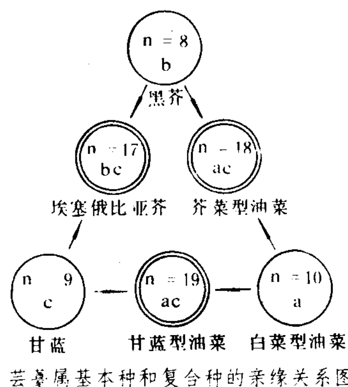
此外，尚有白芥（*Sinapis alba* Boiss, 2n＝18）、芝麻菜（芸芥、臭芥 *Eruca sativa* Mill., 2n＝22）、油萝卜（茹菜、兰花籽 *Raphanus sativa* var. *oleifera* Mak., 2n＝18）、洋基芥（印度称为Jangei rai. *B. tournefortii* Gouan., 2n＝20）等。在中国和世界一些国

各种油菜类型及其物种学名和各国名称一览表

类型	染色体组（2n）	种名（species）	各国名称				
			中国	日本	印度	欧洲各国	加拿大
白菜类型	aa（20）	*Brassica campestris* L. *B. chinensis* var. *oleifera* Mak. *B. campestris* var. *chinensis* Mak.	芸薹 油白菜 油白菜	在来种 和种 箒种 赤种	褐籽沙逊 *B. campestris* var. *brown Sarson* Prain 黄籽沙逊 *B. campestris* var. *yellow Sarson* Prain 托里亚 *B. campestris* var. *toria* Prain	芜菁油菜 春油菜或夏油菜 *B. campestris* var. *oleifera* f. *annua* 冬油菜 *B. campestris* var. *oleifera* f. *biennis*	波兰类型 *B. campestris* L.
芥菜类型	aabb（36） bbcc（34） bb（16）	*B. juncea* Czern. et Coss. *B. cernua* Forbes et Hemsl. *B. juncea* var. *gracilis* Tsen et Lee *B. carinata* Braun. *B. nigra* Koch	大叶芥油菜 细叶芥油菜 细叶芥油菜 埃塞俄比亚芥 黑芥	芥子	印度芥菜 *B. juncea* Coss. Banarsi rai	印度芥菜 埃塞俄比亚芥菜 黑芥 *B. juncea* Coss.	印度芥菜 东方芥 黄芥 *B. juncea* Coss.
甘蓝类型	aacc（38）	*B. napus* L. *B. napella* Chaix *B. napus* var. *napella* (Chaix) Olsson	欧洲油菜 日本油菜 日本油菜	西洋种 外来种 朝鲜种		瑞典油菜 春油菜 *B. napus* var. *oleifera* f. *annua* 冬油菜 *B. napus* var. *oleifera* f. *biennis*	阿根廷类型 *B. napus* L.

家，把芸薹属以外采其小粒种子榨油的这些植物，均列入油菜范围之内。

油菜种间亲缘关系　日本学者盛永俊太郎（1929～1934）和朝鲜学者禹长春（1935）通过对芸薹属植物不同的种间杂交及其杂种细胞遗传学研究，提出把芸薹属近缘植物分为基本种（或初生种）和复合种（或次生种）两大类，并把它们的种间亲缘关系用三角形表示（见图）。



芸薹属基本种和复合种的亲缘关系图

三个基本染色体组n＝8、9、10在进化上是一个上升系列，由这三个基本种在共生地区通过自然种间杂交后双二倍化，进化为染色体组n＝17、18、19的三个复合种，也就是说三个复合种由三个基本种通过种间杂交后二倍化进化而来的。这种以染色体组作为分类基础发展起来的细胞分类学，对澄清以往分类系统上的紊乱和深入开展遗传育种研究，都起了显著作用，并为后世学者进行大量人工合成研究予以证实。

（刘后利）

油菜品质育种（breeding rapeseed for quality）　提高油分含量、改良脂肪酸组成和改良饼粕营养成分的育种工作。

育种目标分食用和工业用两个方面。食用油要求提高种子含油量，并改善油脂中各种脂肪酸的成分，即达到低芥酸、低亚麻酸和高亚油酸，以提高菜籽油的营养价值。在饼粕方面，要求将导致家畜中毒的毒源——硫代葡萄糖甙降低到40μmol/g以下，以提高饲用价值，即要求低硫代葡萄糖甙（简称硫甙）、低纤维素和高蛋白质。黄籽品种一般种皮薄，其皮壳率比黑籽种皮的低5%，而含油量和蛋白质含量一般比黑籽品种高，因此黄籽育种也是品质育种的内容之一。品质育种的长远目标是提高棕榈酸、降低植酸和芥子碱，以及提高蛋白质中亮氨酸和核氨酸的含量等。工业用油主要是高芥酸育种，要求选育油脂中芥酸含量高于55%的品种。高芥酸油应用于连续铸钢工业、纺织工业和橡胶工业等方面。

油菜品质育种始于本世纪50年代末，1964年加拿大育成了第一个低芥酸品种奥罗（Oro，甘蓝型），1975

年又育成了第一个双低（低芥酸、低硫甙）品种托尔(Tower, 甘蓝型)。自奥罗育成之后，欧洲各国以及澳大利亚也相继育成了一批甘蓝型、白菜型和芥菜型的单低和双低新品种，并且选育出高亚油酸、低亚麻酸含量的新品种。瑞典在高含油量育种研究方面成效显著，在甘蓝型冬油菜中选出含油量高达52～56%的材料。美国将高芥酸与低硫甙育种相结合，1981年育成一个高芥酸（55.6%）和低硫甙（0.7%）的新品种(Lndore)，含油量为40%，菜籽饼的蛋白质含量为25%。80年代，中国育成了一批低芥酸、低硫甙、黄籽高油分和双低的甘蓝型新品种。油菜中低芥酸和双低品种的育成和应用，是世界油菜生产中的一项重大的技术革新，促进了油菜生产的迅速发展，对提高油菜产品的利用价值起了极其重要的作用。

开展品质育种，必须有准确而快速的化学分析方法，才能进行有效的筛选。但化学选择又必须与田间选择和鉴定密切结合，才能进行品质性状的选择。品质育种中存在的突出问题是品质和产量之间的矛盾。一般优质品种产量低，抗性差，解决这一矛盾的主要途径是要注重对亲本的选择。用优良的高产品种回交以及着重对品质性状与抗性和经济性状的综合选择。

（高永同）

油菜薹肥 (fertilizer application of rapeseed at bolting stage)　开始抽薹时的追肥。为促进油菜春后生长发育，增枝增果的一次关键性追肥。

油菜现蕾抽薹期是由营养生长进入生殖生长的转折点，这时根系继续扩展，吸收能力显著增强，主茎迅速伸长，分枝也开始发生，伸长茎段的短柄叶和薹茎段上的无柄叶相继伸展，花蕾不断分化长大，花粉粒形成充实，需要吸收大量养分。中国长江流域在2月中旬至3月中旬期间，油菜叶片数和叶面积比越冬前分别增长1倍和4倍左右，植株干重增加3倍左右，所吸收的氮素和钾素各占总吸收量的50%左右，磷素占20%左右，所吸收的养分除部分来自基肥和苗肥（包括腊肥）外，薹肥起重要作用。各地研究表明，施薹肥的比不施薹肥的单株有效分枝数可增加1～2个，单株角果数和每果粒数都有增加，产量提高10%左右。

薹肥要早施，看苗施。当薹高10厘米左右时施用为宜。一般菜苗长势弱，叶片带黄色，抽薹冒尖（薹顶端高于大多数短柄叶叶尖的长相）早的油菜，要重施；对长势弱的老苗和僵苗，叶片向上伸展，无光泽，叶柄硬，提早抽薹，薹色和外层叶色发红的油菜，也要重施。对生长较好的油菜，特别是棉田油菜，土壤肥沃，则要稳施薹肥，如果过多施用，将使营养生长过旺，生殖生长受到影响，因花果期缺少养分，反而造成花角脱落和形成荫角，而且由于茎叶繁茂易感病倒伏。薹肥最好施用腐熟人畜粪尿，或与氮素化肥配合施用。

（官春云）

油菜萎缩不实症 (sterility of the flowering in rapeseed)　又称花而不实。是在缺硼的土壤上种植油菜而引起的一种生理性病害。减产程度因缺硼轻重而异，轻的减产1～3成，重的5成以上，甚至无收。

症状　苗期和薹期严重缺硼的病苗，生长缓慢，根系不发达，根的木质部空心呈褐色或发生根肿；叶片皱缩，下部叶倒卷，叶色失绿（甘蓝型油菜呈紫红色，白菜型油菜现淡黄色）；抗逆力弱，大多数病株越冬时萎缩死亡。少数越冬病株，蕾薹延伸缓慢，或纵向破裂，花蕾色淡或枯萎，主花序显著矮化萎缩，不能正常开花，多畸型角果，果内籽粒少，严重影响产量。轻度缺硼的，一般到花期才出现矮化、丛生、徒长等症状，其丛生分枝大量产生第二次开花，无明显的终花期，开花后个别能形成角果，但多数为畸形，籽粒很少（见图1）。



图1　甘蓝型油菜缺硼子房发育症状与对照
上：子房发育不完善，胚珠少　下：发育正常的子房

病因　在油菜生长发育过程中缺乏必需的硼素所引起。电镜观察，缺硼病株的花粉粒发育不饱满或呈畸形，花柱萎缩，乳头细胞松散，倾斜（见图2）。胚

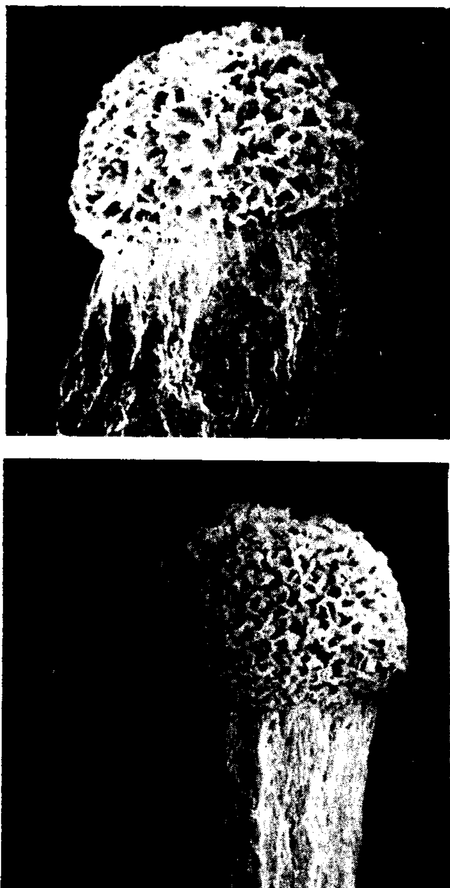


图 2 甘蓝型油菜缺硼花柱症状与对照
上：花柱萎缩变形 下：发育正常的花柱

株数减少，发育不完善。据测定，病株各器官只有很低的含硼量(ppm)：根<15，叶片<12，茎枝<10，花蕾<8，角果<20，种子<6，全株<15。

土壤水溶性硼缺乏是发生花而不实的重要原因。据测定，土壤含硼量（沸水浸提、姜黄素比色法）：<0.2ppm为严重缺硼，<0.5ppm为轻度缺硼，0.7 ppm为硼素足量。中国南方油菜产区大多数土壤缺硼或严重缺硼。含硼量高低主要受成土母质的影响：①各类红壤、火成岩或变质岩发育的水稻土、黄棕壤的含硼量较低。②过量施用石灰，土壤pH值增大，或过量施用氮肥，硼与某些营养素失去平衡，也会导致土壤诱发性缺硼。③冬春气候干旱，土壤对硼的固定增强，也会加剧油菜缺硼。④油菜品种类型不同，对硼的敏感性不同，发生花而不实的程度也不同。按发病程度高低依次为甘蓝型>白菜型>芥菜型；而同一类型油菜，迟熟品种又比早熟品种发病重些。

防治　在缺硼土壤上，施用硼肥效果显著，一般增产油菜籽10～30%，甚至成倍增产。常用硼肥是硼砂和硼酸。施硼方法：①叶面喷硼：适于轻度或中度缺硼土壤。在冬油菜苗后期（花芽分化以后）和抽薹期是喷硼的关键时期，应各喷施一次。苗床或初花期可按发病症状作辅助性喷施。硼肥浓度为0.2%水溶液，每公顷用量750～1 500千克。②底施硼肥：适于中度或严重缺硼土壤。每公顷施硼砂7.5千克左右，在油菜直播或移栽时，开沟条施或穴施。③在土质瘠薄，缺磷、钾的土壤上，硼肥应与有机肥和氮磷钾化肥配合施用，发挥综合施肥效果。④甘蓝型油菜和迟熟品种，适当多施；白菜型、芥菜型油菜和早熟品种，可适当少施。⑤干旱地区和干旱季节应更加注重施用硼肥。

（刘昌智　张成琬）

油菜温光反应（sensitivity of rapeseed on the temperature and light）　油菜在花芽分化和开花前，需要有一定的温度和光照条件，才能进行正常发育的特性。根据发育时期的不同，油菜的温光反应有感温性和感光性两种。

油菜的感温性有三种类型：①冬性型：对低温要求严格。凡原产高纬度地区的冬油菜晚熟品种属之。如甘蓝型胜利油菜需0～10℃，持续15～30天才能满足需要，如果在长江流域夏播，则当年不能抽薹开花。②半冬性型：对低温要求不严格，一般10℃以上，持续20多天便可满足需要，一般冬油菜的中熟品种属之。③春性型：春油菜中的一般品种和冬油菜中的早熟品种，从营养生长转入生殖生长不需要低温诱导，在较高温度下能正常发育。

油菜萌动的种子和幼苗都可感受低温的诱导，采用种子春化法和幼苗春化法处理都是有效的。油菜在完成温度诱导之后，一般主茎略有伸长，幼苗从匍匐生长转为半直立或直立生长，开始长出短柄叶，茎端结构和生化特性也发生变化，如胜利油菜在营养生长期茎端原套为1～2层，在花芽分化前增至4～5层，到花芽分化时又降为2～3层；茎尖RNA含量在营养生长期不断上升，花芽分化前达最高量，而后急剧下降。将未完成低温诱导的油菜作接穗，嫁接在已完成低温诱导油菜的砧木上，可提前现蕾开花。

油菜的感光性可大体分为两类：①强感光类型，在14小时以上长光照下能显著提早现蕾开花，一般春油菜品种属之。②弱感光类型，在长光照下提早现蕾开花不显著，一般冬油菜品种属之。

植物体中光敏素是一种感光色素，与光周期现象有密切关系。据报道，已在白菜型油菜花序中和甘蓝型油菜幼苗中发现这种色素。

油菜温光反应特性与引种关系很大，如中国北方强冬性的冬油菜品种引到南方种植，营养生长期延长，甚至不能抽薹开花；中国南方春性冬油菜品种引至长江中下游种植，与当地品种同时播种，则有早薹早花现象；加拿大春油菜品种引至长江流域秋播，表现迟

熟，而在北方和西南夏播则表现早熟。凡温光条件相近的地区互相引种容易成功。油菜的温光生态特性是一种可以遗传的生理特性，在杂交育种中表现一定遗传规律，因此在杂交亲本选配上应注意这个性状的遗传特点。在品种布局和播种期上，两熟茬口可选用冬性或半冬性生育期较长品种，并适当早播早栽；三熟茬口则应选用迟播早收的较早熟的半冬性品种。此外，偏春性的品种发育快，主茎出叶少，田间管理要比冬性品种提早进行，否则营养生长不够，产量不高。

（官春云）

油菜荫角（siliqua abortion in rapeseed）油菜由于授粉受精不良和其它因素造成角果只有果皮而无种子，或仅有极少的不饱满种子的现象。亦称无效角果。

每株油菜所形成的花蕾数很多，一般可达数百个至数千个，但有效角果数仅有40～70%，荫角10～20%，脱落20～40%。油菜荫角在主花序上发生最轻，在一次分枝花序上较重，在二次分枝花序上发生最重；下部分枝多于上部分枝；在同一花序上表现上部较重，下部次之，中部最轻。从时期看，荫角多发生在终花以后。

荫角原因　①授粉受精过程受阻。油菜开花时，花粉遇雨破裂，失去发芽能力，或遇过低、过高的温度，花粉生活力降低，使花粉管伸长缓慢，未能达到胚珠即停止生长；或失去受精能力，不能完成受精过程。油菜异花授粉愈多，对结实愈有利，若在开花期间遇低温阴雨、蜜蜂活动受到影响，对授粉也不利；②营养不良。油菜在盛花期后，根系活力开始下降，植株中下部叶片衰老脱落，叶面积减少，根系伤流量显著下降，植株进入衰老过程，而这时种子正在分化形成，如营养不良，则易形成荫角。此外，油菜缺乏硼素营养，也导致产生荫角；③光照不足。油菜开花结角期遇长期阴雨，光合产物减少，导致荫角产生，在植株中下部尤为突出。如果种植密度大，偏施氮肥，造成倒伏，则荫角更多。

此外，油菜有些胚珠的胚囊在不同发育时期败育（称退化胚囊），或在胚囊分化成熟过程，其中的卵细胞或核停止分化走向解体（称异常胚囊），以及病虫为害等，也是产生荫角的原因之一。

减少油菜荫角的措施　合理施肥，重施薹肥，一般应占总追肥量的40%左右。此外采用根外追肥（1～2%尿素和过磷酸钙，0.1～0.2%的硼酸，每公顷喷1 500千克左右），也有利于胚珠发育和种子形成；养蜂传粉和进行人工辅助授粉，能减少荫角，提高结实率10%以上；采取综合农业措施，如合理密植，防止倒伏，促进田间通风透光。油菜抽薹开花期注意灌溉或清沟排水；彻底防治病虫害，特别是防治菌核病和霜霉病等，都能减少荫角数。

（官春云）

油菜育苗移栽（transplanting rapeseedling）　先在苗床中培育壮苗，而后移植于本田的油菜栽培方式。壮苗**移栽**后，发根力强，返青期短，生长旺盛，抗逆性强，冬前绿叶数多，芽多而壮，有利于生长发育，为获得高产打下良好基础。壮苗特征主要是：株型矮健，扩张度大；根系发达，细根多，根颈粗度7毫米以上；幼茎短而粗壮，长度2米以下；粗度6～7毫米；叶色正常，叶柄粗短，与叶片比接近1:1，单株绿叶数5～7片；无异样畸形和病虫害。单株干重4克左右，冠根比值小于55。

育苗

苗床设置　选择向阳背风，地势平坦，排灌方便的肥沃砂壤土，忌用连作油菜地和十字花科蔬菜地作苗床，以减少病虫为害。通常在旱地选用**夏玉米**、早黄豆、早芝麻等作物的茬地作苗床。在水稻区可选用土质较沙，易于排水的早、中稻田或**晚稻**秧田作苗床。在棉区可采用推株并行的棉田进行宽行育苗。苗床面积，应根据本田的栽植密度、苗龄长短和品种特性来确定，一般苗床与本田的比例以1:5～6为宜。

整地和施基肥　油菜的苗床生长期较短，根系入土不宜过深。犁地深度以10厘米左右为宜。因种子小整地要求细碎平整，以便落籽均匀，深度一致，促使出苗迅速，生长整齐。畦宽一般1.5米左右，畦间开沟，以便灌排水。苗床基肥以氮、磷为主，多施腐熟的有机肥。但土质肥沃的苗床要酌情减少基肥用量。

播种　冬油菜在中国长江流域一般甘蓝型品种当气温稳定在18～20℃时，即9月中下旬至10月初播种，甘蓝型早熟品种和白菜型品种约延迟10～15天播种。长江以北地区则宜在8月中下旬至9月上中旬播种。每公顷苗床的播种量，以精选种子7.5千克左右为宜。一般为撒播，少数地方也有条播和点播的。

苗床管理　齐苗后，间苗1～2次。3片真叶时，按10厘米左右苗距定苗。第二次间苗结合追肥，一般用人畜粪尿搭配硫酸铵，兑水施用。定苗时可根据苗情再追肥一次，并增施硼肥。移栽前7天左右，用速效肥配合人畜粪尿再追一次肥，还要及时防治病虫害。

移栽　各地油菜的适宜移栽期，应根据气候条件及前作物腾田时间、播种早晚、品种特性、苗龄长短（30～45天）等情况而定。中国长江流域一般中稻田在10月下旬到11月上旬移栽。双季稻田在11月中下旬移栽。长江以北地区一般在10月中下旬移栽。

移栽方法　穴栽，应用范围广，凡属蓄水保肥力弱，或粘重潮湿田地、斜坡地，以采取穴栽为宜；条栽，移栽速度较快，有利于争取季节，节省费用。无论穴栽或条栽，均应在穴内或沟内施入基肥并与土壤混合后再栽油菜。栽前先将根系自然理直。栽深以泥土覆至最下叶柄基部为宜。栽后沿根际周围均匀轻压，

并随即施用定根粪水，切忌肥料与根系接触，以免伤根。

移栽密度　凡属大株型品种，苗大，早栽和在温度较高、土壤肥沃、施肥量较多的条件下宜稀。反之宜密。中国长江流域冬油菜区，一般每公顷栽植10万～20万株。高的达到25万株以上。

油菜育苗移栽的缺点是：取苗时易将主根折断，栽入本田后的根系分布较浅，抗旱力较弱，易倒伏。且移栽时农活集中，需要合理安排。油菜移栽存活后的栽培管理见**油菜栽培**。（覃民权）

油菜育种　(rapeseed breeding)　充分利用各种类型的油菜**种质资源**，通过不同育种途径和方法选育出新品种，以达到提高产量，提早熟期和改良品质的目的。

简史　第一次世界大战后，由于食油紧缺，德国和瑞典等国先后开展油菜育种研究。中国、日本和印度等国在20世纪30年代开始育种研究。50年代以前，以高产和抗性育种为主，印度在抗虫（蚜虫）育种方面很有成效，瑞典在抗寒育种和高含油量育种方面也取得一定进展；50年代后期开始，加拿大最先进行品质育种，至60年代欧洲各国也相继开展品质育种工作。70年代，加拿大、欧洲、澳大利亚等的油菜品种基本上已全部更换为单、双低品种，育种目标已转为提高亚油酸、降低亚麻酸和培育甘蓝型黄籽新品种；在抗性育种方面，抗黑胫病（澳大利亚），抗除草剂（加拿大）育种也取得良好效果。80年代后期，欧洲、加拿大、澳大利亚等为了进一步提高油菜籽产量，大力开展油菜杂种优势利用的研究。

中国在20世纪50年代初期开始，在长江流域油菜主产区科学研究单位相继开展了地方品种的搜集、整理和鉴定工作，并推广了一批优良的地方品种，如浠水油菜白、白果甜油菜、鄱阳甜油菜（白菜型）、昆明高株、拜城黄油菜（芥菜型）等。同时着手新品种的选育。50年代后期开始，引种试种和扩大推广甘蓝型中晚熟品种胜利油菜，并开展甘蓝型早、中熟新品种的选育。由于甘蓝型油菜丰产性突出，加之适合于各地栽培制度的新品种相继育成，油菜主产区原有的白菜型和芥菜型品种陆续被甘蓝型品种所代替，育种工作即转入以甘蓝型油菜新品种选育为主，到70年代，长江流域油菜主产区绝大多数都种植甘蓝型油菜品种。截至1986年，种植面积超过6.6万公顷的品种除胜利油菜外，还有西南302、宁油7号、甘油5号、湘油5号、南阳41、川油9号、中油821、华油8号等8个品种。在西北春油菜产区，也育成了青油1号至7号，门油1号至3号等白菜型优良品种，新油1号至3号等芥菜型优良品种。

70年代末至80年代初，中国开始进行油菜品质育种，主要侧重于提高油分，降低芥酸和硫代葡萄糖甙含量。低芥酸和低硫甙的种质以及相应的化学测试方法最初皆由国外引进，经过研究和改进，现已建立起一整套适合中国的育种程序和测试技术，育成了第一代优质品种（系），如中油低芥1号、2号（低芥）、豫油1号（双低）、410（低芥）、湘油11号（双低）、84-1（低硫）等，均在扩大种植面积。

育种目标　主要是高产、早熟、抗逆性强和品质优良四个方面，世界各国又依各自的需要，制定出不同的具体目标。如抗逆性方面，北欧冬季气候寒冷，注重抗寒育种；印度气温高，蚜虫多，注重抗蚜育种；澳大利亚油菜黑胫病严重，注重选育抗黑胫病的品种等等。在品质方面，各国育种目标大体一致，重点放在提高含油量，改良脂肪酸的组成和提高菜籽饼的营养价值，并已收到显著成效（见**油菜品质育种**）。

60年代初，中国南方油菜产区确定了以选育甘蓝型品种为主，以早熟、高产、稳产为主要目标，要求早熟是为了适应南方多熟制条件下发展甘蓝型油菜。如长江中游地区，冬季寒冷、春季多雨、病重，须选育抗寒、耐涝、抗病的品种，才能稳产。在春油菜区，由于生态环境的特异性，要有一些特殊的育种目标。如蒙新内陆区降雨量少，气候干燥，须选育抗旱和抗裂角的品种；西北春油菜区，春季气温低，须选育苗期抗寒性强，生育期较短，稳产高产的品种等。

80年代初期，中国开始品质育种，主要目标是选育优质、高产、多抗的新品种，具体目标是含油量达到45%以上，芥酸含量低于1%，硫代葡萄糖甙含量低于40μmol/g（包括吲哚硫甙），适应性广，抗逆性强，产量相当或超过普通推广品种。

育种方法

选择育种　又分为单株选择法和混合选择法两种。甘蓝型油菜和芥菜型油菜自然异交率较低，采用单株选择法；白菜型油菜一般自然异交率高，采用混合选择法。

选择育种是甘蓝型油菜产量育种和早熟育种中最常用的方法，最突出的例子就是对胜利油菜的分离和选择。自1956年以来，各地以胜利油菜为材料，应用单株选择法从中选育出大批具有比胜利油菜成熟早且产量较高的新品种。以后又经过第二轮、第三轮的单株选择，或者通过品种间杂交，育成了适应各个地区栽培的新品种，在中国南方油菜主产区，几乎所有的甘蓝型优良品种都是胜利油菜的衍生后代。长江流域的主要推广品种，如沪油23、宁油7号、九二油菜、华油8号、甘油5号、湘油5号、川油9号、西南302、云油7号等品种，都具有胜利油菜的亲缘关系。

对胜利油菜进行分离选择的成果表明，常异交作物具有丰富的遗传基础，变异范围广泛，因而系统选育的效果也比较理想。

以增强抗逆性和改良品质为目标的育种，也可采用选择育种法，在无隔离的条件下，高芥酸品种和低芥酸品种相邻种植，就有可能自然串粉异交，产生低芥酸的变异株，中油低芥1号就是从甘油5号中筛选出低芥单株培育而成。

杂交育种　油菜一般有品种间杂交和种间杂交两种。

种间杂交育种法在其他作物中应用并非十分有效，但在油菜育种中应用效果显著。日本从1960～1970年间在农林省登记注册的育成品种共41个，其中由甘蓝型与白菜型种间杂交育成的就有15个，占36.58%。中国对甘蓝型油菜自交不亲和系及黄籽油菜的研究也证明：通过甘蓝型与白菜型油菜杂交，白菜型油菜的自交不亲和性及黄籽性状都可能转移到甘蓝型油菜中去，染色体数目相同的种之间相互杂交的亲和性很强。而不同染色体数的种间杂交，亲和性则各不相同。白菜型与甘蓝型之间的种间杂交亲和性较高，尤以甘蓝型作为母本的最高。而与芥菜型之间种间杂交的亲和性低，表现结实率低，种子不易发芽，难以得到杂种。芥菜型与甘蓝型油菜间杂交的亲和性较高，但与白菜型杂交则亲和性低，种子发芽后易夭折死亡，不易获得杂种。种间杂交不亲和性可用预先无性嫁接、蕾期授粉、混合授粉、重复授粉等方法予以克服。华中农学院(1961)在甘、白杂种F_1代植株根部和叶面施用硼酸，对克服杂种不育效果较好。一般在F_4代就会出现比较稳定的株系。

品种间杂交应用于早熟育种、产量育种和品质育种方面成效都很显著。中国育种实验证明，品种间杂交是早熟育种的有效途径，以较优早熟亲本为母本与早、中熟品种为父本的组合，容易得到较早而又具有一定丰产性能的后代，即早×早中、早×中和早中×中等组合，可以选育早熟和早中熟的后代。如湘油2号(云油7号×黔油23)、华油8号(川农长角×红秆油菜)、荆油1号(长角胜利×8号油菜)等。苏联芥菜型油菜育种重点也是品种间杂交。加拿大和欧洲各国的品质育种，也多采用品种间杂交育成。

由杂交育种发展而成的回交育种法在抗病育种和品质育种中应用十分广泛，以当地优良品种为轮回亲本进行回交，以改良杂种的农艺性状。加强选择可以减少回交次数。

辐射育种　油菜是十字花科芸薹属植物，对辐射处理的反应比较迟钝，采用钴^{60} γ射线处理油菜干种子，全致死剂量为20万～30万伦琴，一般处理甘蓝型油菜干种子的适宜剂量为8万～12万伦琴。在慢照射时，剂量为4万～5万伦琴的效果已经显著，而快照射时，8万伦琴才表现出效果。辐射处理后成活的植株可以产生各种形态的变异，但多数为有害变异，包括许多不能遗传的变异以及各种嵌合体，但也可能发现有利变异，并培育成新的优良品种。中国的沪油4号、新油1号、秀油1号、甘油5号等，都是辐射育种的成果。

多倍体育种　采用杂交和与化学诱变剂处理相结合的方法。使杂种染色体加倍而形成多倍体。一般采用秋水仙素处理幼苗生长点，诱发同源四倍体。白菜型油菜的同源四倍体与正常二倍体比较，植株较高，薹增粗，叶片较大，籽粒大，但结实率大大降低，含油量也较低。采用普通混合选择法对提高结实率效果很低，不能达到与二倍体相同的水平，而采用混合系谱选择法，可使四倍体的结实率迅速达到与二倍体基本相同的水平。芥菜型和甘蓝型的同源四倍体，其营养生长较二倍体为弱，结实率也大大降低，无实用价值。

人工合成种间杂种，是瑞典多年来行之有效的多倍体育种方法。育成的甘蓝型新品种已应用于生产。此外，采用胚的离体培养技术，并通过四倍体的基本种种间杂交的方法人工合成芥菜型或甘蓝型异源多倍体，在生产上也有应用价值，并可丰富油菜的种质资源。

(高永同)

油菜原种生产 (seed production of rapeseed)　从优良品种中选择典型的优良植株，取其繁殖纯度高、质量好的种子，供繁殖生产种子用。油菜种子小，繁殖系数高，一般大田栽培繁殖系数可达300～500倍，可以迅速生产出所需原种，大大缩短品种更换的周期。但油菜的自然异交率高，种子撒落田间后存活寿命长，重茬地自生苗多，容易造成种子混杂，给原种生产带来一定困难。

在白菜型油菜中，除了印度的黄籽沙逊(Yellow Sarson)和中国的某些晚熟品种外，绝大多数品种是典型的异花授粉作物，其自然异交率一般为85～90%以上，甘蓝型和芥菜型是常异花授粉作物，自然异交率一般为10%左右，在无隔离的条件下都容易造成生物学混杂，使得低芥酸品种的芥酸含量每年平均增长2%左右，因此隔离保纯是油菜原种生产中的关键措施。为了防杂保纯和防止退化，必须建立严格的种子繁育规则，从田块的选择、种子发放、播种直至收获、贮藏，每个环节都要防止人为的机械混杂。还要采取合理的隔离措施，防止生物学混杂；进行去杂去劣和选择典型植株留种，并用原种定期更新繁殖区的普通种子。为了防止自生植株的混杂，应选择2～3年的非油菜重茬田作为原种生产田。

隔离方法要因地制宜，在研究机关，因品种繁杂，生产原原种时，多采用套袋、纱罩、蚊帐及网室进行隔离。在原种生产基地，因繁殖品种少，需种量大，则采用空间隔离。空间隔离的距离为500～1 000米。如有四周或三面环水的小岛或沙洲，或四面环山的谷地，作空间隔离区最为理想。在平原地区为防止蜜蜂传粉，原种生产田与一般油菜栽培地或十字花科蔬菜地要相

距1 000米以上。以县为单位统一组织供种，易于选出理想的自然隔离区安排原种生产。另一种隔离方法是时间隔离。在中国南方，对早熟和早中熟品种可采用春播法繁殖原种。春播油菜开花时，秋播油菜品种及其他十字花科作物的花期已过，可避免自然杂交，但春播时需注意增大密度、加强管理，以保证种子产量。

原原种一般由科学研究单位提供。原种生产在县原种场或县原种繁殖基地进行，原种要经过精选典型优株和株系比较，然后将优良株系混合，所得的种子即为原种种子。原种一代在特约繁殖基点进行，然后就可直接向生产单位供种。

（高永同）

油菜杂种优势利用 (utilization of heterosis in rapeseed)　将油菜杂种第一代显著增产的优势用于生产。因其花器外露，花期长达30天左右，花龄长达5～7天，花期调节比较容易，具有制种方法方便，而且繁殖系数高的特点。因此油菜杂种优势利用具有广泛前景。

中国对油菜杂种优势的研究较早，1943年孙逢吉就发现芥菜型和白菜型品种间杂种优势显著。20世纪60年代起中国学者又相继开展了油菜雄性不育性（包括核不育和质不育）、自交不亲和性及化学杀雄等不同杂种优势利用途径的研究，并取得显著成果。由细胞质雄性不育系陕2A及其恢复系配制的甘蓝型油菜杂交种秦油2号，已在生产上大面积应用，增产效果十分显著，成为世界上第一个具有生产利用价值的杂交种。秦油2号比常规品种每株角果多，每果多3～5粒种子，增产20%以上。中国70年代发现的玻里玛细胞质雄性不育系(Polcms)传入澳大利亚、加拿大和欧洲各国以后，经研究被认为是当前最好的胞质不育系。世界各国都在积极开展这方面的研究。

油菜杂种优势利用途径主要有雄性不育性、自交不亲和性和化学杀雄剂导致雄性不育；利用白菜型油菜某些指示性状（如紫茎对绿茎、紫色心叶对绿色心叶均呈显性关系）生产杂种。

雄性不育有核不育和质不育两类：

细胞核雄性不育系　四川的白菜型87A、甘蓝型宜3A、上海的华6A、黄3A、沪23A等均属于核不育系。这类不育系一般可由杂交后代分离出来。如87A系白菜型的川油8号和七星剑的杂交后代经兄妹交和回交后育成的。这类不育系有恢复系而无相应保持系，生产上应用有困难。而核不育"两用系"则无需特定的保持系。系内可育株与不育株的比例为1:1，不育株可用群体内可育株保持。其恢复源较多，杂种优势较强。制种时将"两用系"与恢复系相间种植，开花前，将"两用系"群体内50%左右的可育株拔除，不育株即可与恢复系配成杂种，供生产使用。

细胞质雄性不育系　这类不育系有相应的恢复系和保持系。如配制秦油2号的陕2A、陕2B，湘矮A、湘丰A及其保持系湘矮B、湘丰B均属于这一类。通过转育将低芥酸基因导入湘矮A，育成Be251A、Be253A、Be254A三个低芥酸不育系以及相应的保持系和恢复系，其芥酸含量均在1%以下。将低芥酸基因导入Po-aA和1238A雄性不育系，用低芥酸恢复系"恢10"配制的低芥酸杂种，在长江中游生产条件下，产量达到高芥酸杂种秦油2号的生产水平，且熟期较早，在生产上有利用的可能性。云南省育成的欧新A、欧新B，是芥菜型油菜中的质不育系。

中国、英国、日本和南朝鲜各国研究表明，甘蓝型油菜中亚洲品种和欧洲品种配制杂交组合，优势强。这在油菜杂种优势利用上，是测配强优势组合应遵循的一个原则。

雄性不育系可通过大田选择，从现有品种中寻找雄性不育株，也可以通过人工引变、杂交、转育等手段获得，再选出相应的保持系，然后再选育出具有雄性不育恢复基因的品种为恢复系。为了获得经济性状好、组合力强的优良恢复系，必须对具有恢复基因的品种进一步选育提高，实行三系配套，且能配制出强优势组合，才具有生产价值。

自交不亲和系：利用自交不亲和性生产杂种在十字花科蔬菜中应用较早，在油菜中应用较晚。1960年瑞典人G．奥尔森(Olsson)从甘蓝型油菜自交后代中分离出19株自交不亲和单株，通过连续自交而得到稳定的自交不亲和系。中国在70年代开始甘蓝型自交不亲和系的研究，并育成了74-211、75-271、74-219（华中农学院，1975）、534、荆231（湖北荆州，1977）、75Ⅰ-48、75Ⅱ-62（四川武胜县，1977）、76811（陕西省农业科学院，1978）等稳定的自交不亲和系。1984年华中农学院通过转育，进一步育成了甘蓝型低芥酸自交不亲和系。甘蓝型油菜利用自交不亲和系配制杂种，一般增产效果较显著。利用甘、白种间杂交，即把白菜型的自交不亲和性基因导入甘蓝型中，从甘、白种间杂种后代中进行定向分离是选育甘蓝型自交不亲和系的有效途径。从普通甘蓝型品种中也可以筛选出自交不亲和系，但频率低。还可从电离辐射的后代及人工合成的甘蓝型油菜后代中筛选出自交不亲和系。甘蓝型的自交不亲和系可以用蕾期强制自交（剥蕾授粉）繁殖后代并保持其自交不亲和性，也可以用稀食盐水溶液（5～10%）喷洒花蕾，每5天喷洒一次，克服自交不亲和性。还可选育相应的保持系加以保持再与恢复系配合产生杂种，后一方法所产生的杂种为三交杂种。

（高永同）

油菜栽培 (rape culture)　油菜的产区辽阔，各地因耕作制度和生产条件等之不同，形成了育苗移

栽和直播两种栽培方式。育苗移栽，由于幼苗期的一段时间，是在苗床里生长，占用大田的时间推迟和缩短，可以减少35～45天，既有利于油菜适期播种，又能顾及前后作物的用地要求。因此，在中国双季稻、棉区以及油菜与其前作存在季节矛盾或来不及整好地的地区种植油菜，一般是采取育苗移栽方式（见**油菜育苗移栽**）日本、朝鲜等国也多采用。

油菜直播系将种子直接播于大田，占用大田的时间较移栽油菜提早和较长，不利于克服油菜和前作物的争地矛盾。但因其根系的纵向入土范围较大，吸收土壤深层养分、水分的能力强，较能抗旱和耐瘠。故在一年一熟制、水肥条件差的地区，以及不存在前后作物争地矛盾和整地困难的地区，宜采用直播油菜。世界各国大都采取直播方式。直播油菜的栽培管理技术是：

整地　直播油菜的根系纵向入土较深，要求耕作深度达到20厘米左右，由于油菜种子细小，整地要达到表土细碎，田面平整，上松下实，以利油菜种子发芽、生根，生长整齐健壮。整好地（特别是稻茬田）的关键，在于掌握适耕时机。稻茬田忌湿，旱地要抢墒，在中稻区要争取晒垡。在整地的同时要进行开沟作畦，以利灌溉、排水和便于田间管理。通常畦宽2～3米，沟深15～20厘米。

基肥　油菜是需肥较多的作物，一般每生产100千克油菜籽需吸收氮素9～11千克，磷素3.0～3.9千克，钾素8.5～12.8千克。基肥比例通常宜占总施肥量的30～40%。基肥种类应以肥效稳长的有机肥为主，并配合适量的速效性肥料，以满足幼苗需要，磷素全部或大部分用作基肥。施肥方法，通常是粗肥打底，精肥施面，用肥量多时分层施，少时集中施于穴内或沟内。

播种　直播油菜的播种期一般较育苗移栽油菜的播期为晚，但仍应力争适期早播，使幼苗能赢得冬前的较长适宜高温期，以利于培育壮苗。各地的油菜适宜播种期应根据温度条件、耕作制度、病虫害情况以及品种特性等因素来确定，一般在温度低、复种指数较小、病虫为害较轻和品种晚熟的情况下，播种期可较早，反之宜较迟。中国长江流域冬油菜区，一般甘蓝型油菜在9月下旬至10月中旬播种，白菜型油菜和芥菜型油菜在10月下旬至11月中旬播种；长江以南宜在10月下旬至11月下旬播种。北方在8月下旬至9月中旬播种；春油菜一般在3月至5月或温度稳定在2～5℃时播种。播种方式，主要有开穴点播和开沟条播，也有撒播的。播种量则随播种方式、品种特性、种植密度等而有所不同。一般冬油菜区每公顷播种3～6千克；春油菜区，大株型油菜每公顷播7.5～15千克，小株型油菜每公顷播20～35千克。

种植密度　适当密植是协调个体与群体关系及其对土地、空间合理利用的重要措施。油菜的分枝性强，自我调节作用较大。一般在品种生育期短、株型小、温度低、肥水条件差、播种迟和病害轻的情况下，宜采用较大密度，反之则应降低密度。中国长江流域每公顷种植15万～35万株；云贵高原每公顷30万～45万株；华南沿海地区每公顷20万～40万株；华北地区每公顷15万～22万株。在春油菜区，甘蓝型油菜每公顷种植20万～30万株，白菜型和芥菜型大油菜每公顷种植20万～30万株，甚至70万株以上；白菜型小油菜每公顷种植300万～450万株以至600万株以上。

田间管理　直播油菜在田间时间长，田间工作量大而且要求细致，主要管理环节如下：

苗期　培育壮苗是奠定高产的基础。壮苗标准是：叶色正常，叶柄粗短，叶面积适度，腋芽健壮，无病虫害。根茎粗越冬前达到1～1.5厘米，单株绿叶7～10片，叶面积系数0.7～1.0。主要管理措施是：早间苗，在4～5片真叶时按预定密度定苗；早施、勤施提苗肥，一般结合间、定苗，每公顷施用硫酸铵45千克左右，配合适量人畜粪尿、硼肥兑水浇施，促进油菜早发快发。冬油菜应在进入越冬时重施腊肥，用猪栏粪或牛栏粪壅施于油菜兜边；中耕、培土2～3次，临近越冬时进行一次深中耕，结合培土；苗期根据旱情及时灌溉或浇水，冬油菜在冬旱年份，进入越冬期应灌一次水，以防冻害；防治蚜虫、菜青虫等，兼治跳甲、猝倒病和霜霉病等。

蕾薹期　是建成油菜高产长势、长相的关键时期，要以旺盛的营养生长来换取足够的养分积累，为开花结果打好基础。蕾薹期是营养生长和生殖生长同时并进的时期，而且从开花到成熟需经较长过程（约占全生育期2/5），为了满足抽薹前、后期对大量养料的需要，应施速效肥配合肥效稳、长的有机肥。施肥量应根据土壤肥力、苗情等情况而定。一般蕾薹期要占到总追肥量的30～40%，多的可达50%。遇旱时应及时灌水，并注意清沟排渍。防治病虫为害，清除枯老黄叶。

开花期和角果发育期　开花期是决定角果数和粒数的重要时期，角果发育期是产量和品质形成的重要时期，应做到成熟前不早衰，丰产稳产。主要措施是：看苗施用花肥，最好进行根外追肥；开花期进行养蜂传粉；北方春油菜花期遇旱应进行灌溉，南方冬油菜花期和果粒发育期雨水多，应注意清沟排水；防治菌核病、白锈病、霜霉病和蚜虫。

收获期　油菜是无限花序作物，角果、种子的成熟期都有一定差异。收获过迟，则部分角果过度成熟而开裂落粒，同时，因种子在植株上的呼吸消耗，粒重和含油量也降低；收获过早，部分种子未充实，叶绿素含量高，油脂转化过程未完成，游离脂肪酸成分高，含油量和油质均降低。此外，收获操作不当，也会造成油菜籽减产和影响品质。因此，适时精细收获是实现油菜丰产优质的重要保证。一般应在主轴中、下

部角果内的种子开始呈现固有色泽，或70～80%果皮变为黄色时收获；收割后经过堆垛或摊晒，在角果充分干燥时及时脱粒，并要使贮藏期种子含水量保持在9%（南方）或11%（北方）以下，严防发芽霉烂。

（覃民权）

油菜种植制度 (cropping system of rape)　油菜是一种用地与养地相结合的作物，在种植制度中占有重要的地位。油菜的根、茎、叶、花、果壳及菜籽饼都含有丰富的氮、磷、钾，如全部还田能基本平衡土壤中的养分消耗量。且根系分泌的有机酸，能溶解土壤中难以溶解的磷素，可提高磷的有效性。是稻、棉等作物的好茬口。油菜可实行直播或移栽，且播、栽期差异较大，有利于协调前后作物间的季节、用地和劳动力矛盾；油菜的适应性强，较耐湿，耐盐碱，且能促进土壤熟化，改良土质，能充当新垦荒地、改造冬水田和盐碱地的先锋作物。油菜尤其是芥菜型油菜，植株高大，花、果着生部位较高，可与矮生作物间、混、套作，充分利用空间和光能；对留种苕子和豌豆一类蔓生性强的作物，油菜还可作为攀缘支架，促进通风透光，从而达到增种多收，提高单位面积的总效益。

按照油菜的生育类型和地区特点，有冬油菜和春油菜种植制度之分。

冬油菜　在中国水稻区，主要为中稻—油菜，或一季晚稻—油菜的**一年二熟制**，以及**双季稻**—油菜、早中稻—秋种作物—油菜的**一年三熟制**。其中，中稻—油菜二熟制，基本上没有季节矛盾。一季晚稻—油菜二熟制，由于**水稻**收获较晚，油菜宜采取**育苗移栽**，或选用耐晚播的油菜品种。晚稻栽秧较迟，对油菜成熟期的要求较不严格，因此可以种植**生育期**较长的油菜品种。在一年三熟制中，对油菜的播、栽和收获期都有较严格的要求，既要能晚播、晚栽，又要能早收腾田。与油菜轮换的作物，主要是小**麦**、**大麦**、**蚕(豌)豆**、**紫云英**和**苕子**等，一般2～3年轮换一次。旱作地区，主要为油菜与**棉花**、**玉米**、**大豆**、**甘薯**、**烟草**等作物组成一年二熟制。部分地区为了克服季节矛盾，则需要采取油菜与棉花、玉米、**花生**等后作物进行**套种**(套栽)。与油菜轮换的作物主要为小麦、大麦、**燕麦**、**荞麦**、蚕(豌)豆等。同时，由于油菜菌核病主要是通过土壤传播的，故旱地应适当延长轮作年限，一般为2～3年，或至5年。

春油菜　中国春油菜区主要为**一年一熟制**。在无霜期较长、气候较暖和的地区，适宜种植的作物种类多，轮作年限较长，一般为芥菜型油菜与小麦、**青稞**、燕麦、荞麦、**黍**、**马铃薯**、豆类等组配成2～3年或4～5年的轮作制；在无霜期短的高寒山区，由于适宜种植的作物种类较少，轮作年限也较短，通常为白菜型小油菜与青稞、春小麦实行2～3年轮作制。此外，在生产条件较好地区，则实行油菜茬复种玉米、高粱、黍、马铃薯、大豆、**向日葵**、**胡麻**等的一年二熟制；有时为了缓和季节矛盾，则采取油菜与马铃薯、玉米、棉花等作物套种；还有的地方实行油菜与玉米、胡麻、豆类、麦类等作物混作或间种，以提高单位面积总产量，并起到稳产作用。

世界各国冬油菜的种植制度差别较大。印度和巴基斯坦的油菜生育期很短，一般为9月至10月（或11月）播种，次年1月至2月或2月至3月成熟；有的在当年12月即成熟。油菜主要是与大、小麦混作，也有同马铃薯间作的，或与小麦、**甘蔗**等作物轮作。在法国、波兰、瑞典等国家，主要种植强冬性的**甘蓝型油菜**品种，生育期长，加之，温度低，一般8月至9月播种，次年夏季收获，全生育期长达300天以上，只能是越年生的一年一熟制。油菜的较佳轮换作物为谷类和牧草，若作为糖用**甜菜**的前作，则会加重线虫病为害；在加拿大春油菜为一年一熟制，油菜主要播种于休闲地，或谷物、亚麻茬地上，油菜收获后，次年以种小麦、大麦为主。通常要求每隔4～5年种植一季油菜，可减轻病害和杂草为害。　（覃民权）

油菜种质资源 (rapeseed germplasm resources)　包括野生种和栽培种两类。在栽培种中又包括芸薹属的各个种和芸薹属以外的近缘种。

在物种起源的中心地带，野生和栽培资源都比较丰富。栽培种和品种的多样性，主要取决于栽培地区的生态环境和栽培历史。生态环境愈复杂，栽培历史愈悠久和未经品种改良的地方，**种质资源**愈丰富。

栽培种

芸薹属栽培种。中国和印度次大陆的白菜型和芥菜型油菜的资源最为丰富，欧洲的甘蓝型资源最多，芥菜型资源在非洲北部也有分布。

中国的白菜型和芥菜型油菜种质资源具有许多宝贵的农艺性状，并能适应各种不同的生态条件。如浙江省的姜黄种和灯笼种为丛生型，植株矮，抗寒，抗风；云南省的蒙自矮脚黑菜籽和湖北省的天门风波油菜，早熟性突出，适于复种栽培。山东省的菏泽油菜耐寒、耐碱、耐瘠；陕西关中油菜根深可达3米以上，抗寒性特强，抗旱性也强；甘肃省的小叶芥油菜、贵州省的遵义蛮菜籽秆硬抗倒；四川省雅安油菜、浙江省长秆油白菜，耐迟播迟栽；江苏省的大花球结角满顶，四川省的遂宁索索菜籽角果特多，川农长角和吊角油菜果长超过10厘米，种子大，千粒重达5克以上。

中国油菜种质资源中，也具有许多优良品质的品种，可以作为品质育种的种质资源。如西藏自治区"曲水永成"的芥酸含量高达64.99%；"隆子"和"普巴"两个品种的含油量分别为51.60%和51.22%，贵州省遵义

蛮油菜含油量达50%，可以作为高含油量育种的种质资源。江西省新赣单株油菜的亚麻酸含量为3.98%，西藏八一甲扭油菜为3.27%，比普通油菜（约9%）显著为低，可作为低亚麻酸育种的种质资源。

黄籽油菜由于具有种皮薄，油分和蛋白质含量高，纤维素含量低等特殊优点，日益受到世界各国育种家的重视。中国的白菜型和芥菜型油菜种质资源中，黄籽资源非常丰富。载入《中国油菜品种志》（1988）的白菜型品种中约有27%是黄籽或花籽（黄、褐兼备）品种，主要分布在长江流域和西南各省、自治区，"如四川七星剑、金黄油菜的种子粒色鲜黄，纯一，有光泽；芥菜型品种中35%是黄籽，主要分布在西北和云贵高原，如新疆维吾尔自治区的伊犁黄油菜、拜城黄油菜、云南省昆明高脚黄菜籽、贵州省遵义竹桠油菜等，色黄粒圆，商品品质极好。1975年，中国从华油3号（363×七星剑）种间杂种后代产生的株系中，第一次发现甘蓝型黄籽油菜土黄（1）和土黄（2）（华中农学院，1978），所以，中国栽培油菜的三大类型中都有了黄籽的种质。甘蓝型黄籽种皮呈暗黄色，不及白菜型的黄籽色泽鲜艳，但其含油量比普通甘蓝型黑籽油菜一般高达3～5%。

中国油菜的**杂种优势利用**在世界上独具特色，突出的种质资源有雄性不育系和自交不亲和系。雄性不育系中有87A、宜3A（四川）、沪23A（上海）等核不育系和PoaA、1328A（华中农大）、陕2A（陕西）、欧新A（云南）等细胞质不育系；自交不亲和系中有211、271（华中农大）、76811（陕西）等普通自交不亲和系和180、181（华中农大）等低芥酸自交不亲和系。

印度的油菜栽培种，集中分布于北部恒河流域，主要是芥菜型和白菜型品种。芥菜型中有许多耐旱性很强的品种，如改良选系A。白菜型中有很多特早熟种质，如M-3、M-18、T-12等。印度白菜型中的黄籽沙逊（Yellow Sarson）是自交亲和的。

欧洲（特别是北欧）的油菜品种冬性强、耐寒性强，如瑞典冬蔓菁油菜品种Rapido II，在－10.5～－18℃的低温下仍不致冻死，抗寒性非常突出。联邦德国的饲用油菜品种李霍（Liho）芥酸含量低，波兰品种布诺洛夫斯基（Bronowski）的硫代葡萄糖甙含量低，是全世界低芥酸和低硫甙育种的种质资源。苏联在芥菜型中育成许多芳香油含量接近或超过1%的品种，如CTAPT的芳香油含量为1.1～1.16%，具有很高的经济价值。

加拿大在油菜品质育种方面处于领先地位。如第一个低芥酸品种奥罗（Oro）和第一个双低品种托尔（Tower）都是加拿大育成的。以后又相继育成了许多单、双低品种，还育成了高芥酸含量品系R—500（芥酸含量60%以上）。

澳大利亚育成的低芥酸品种Jumback和双低品种Wesroona等抗黑胫病，同时还育成了高亚油酸/低亚麻酸的品系Nzelenic（30/1.6～18）（Roy，N. N. 1986）。

此外，日本油菜品种中有耐缺硼的农林23号；耐菌核病的农林3号、农林4号；抗白锈病的农林11号，含油量高（49.5%）的农林43号。加拿大品种OAC、Triton能抗除莠剂，都是宝贵的种质资源。

芸薹属近缘种　主要有白芥属、芝麻菜属和萝卜属。白芥属在欧洲栽培较多，如瑞典白芥品种Primex经过选育后含油量达37.5%。白芥属在加拿大也有栽培，称为黄芥。中国西北地区有零星种植，如甘肃小白芥。芝麻菜属在欧洲作蔬菜用（凉拌菜），在印度和中国都采籽榨油，印度叫做taramira，中国叫杌洪或芸芥，分布于新疆维吾尔自治区、宁夏回族自治区等地，多与胡麻（油用亚麻）混作。萝卜属的油用种在中国云南省较多，广西、湖南等省（自治区）次之，称为茹菜，耐旱、抗寒、耐瘠，如会泽蔓菁子和弥勒县的春子（秋播、春收）和秋子（春播、秋收）。

野生种

白菜型野生种，在小亚细亚的中央高原仍然存在。芥菜型的野生种在近东特别是在小亚细亚高原以及伊朗南部仍有分布。中国油菜的野生近缘种，在古农书如《植物名实图考》和《农政全书》中就有野蔓菁、山芥菜和山白菜的描述，并附有图谱。山白菜在今河南、陕西、山西、福建等省及与其相邻省份山区尚有分布。山芥菜在今四川省、甘肃省、云南省的思茅、石鼓以及金沙江河谷都有发现。在新疆维吾尔自治区的昭苏、特克斯、新源等地发现大量野生油菜，形态与栽培黑芥相似，n＝8或9，很可能是野生黑芥。这些野生油菜具有抗旱、抗虫、抗病、抗裂角等优良特性，在抗性育种中是很有利用价值的种质资源。

资源的搜集和保存

十字花科芸薹族共有51个属，总计218个种，如包括亚种则超过300个，其中芸薹属最大，有37个种。英国李氏大学搜集了世界上芸薹属和与芸薹属个别种可以进行遗传交换的植物属316个，其中芸薹族包括40～50个不同的生态型。瑞典斯瓦洛夫（Svalov）种子公司搜集了地中海沿岸的甘蓝野生种及其他类型原始材料共370多份。中国截止到1986年已搜集油菜品种资源共3 535份，其中白菜型1 557份、芥菜型932份、甘蓝型616份、其他类型13份、国外引进材料417份。这些种质资源对中国油菜育种起了极其重要的作用。

收获后的种子，无论是栽培种还是野生种，其寿命和生活力的强弱均与贮藏条件有关。一般在低温、低湿的条件下，种子寿命较长。保存方法大体可分成两种：①长期保存。油菜种子属正常型种子（orthodox seeds），在常温情况下易丧失发芽力，贮藏温度应在－10℃以下。油菜种子属小粒型种子，种子贮藏数量应不少于一万粒。长期保存可保持资源本身固有的特征特性，避免混杂，避免人为选择导致遗传变异性的

降低，并可节约人力和时间。②中期保存。含水量为6～8%的油菜种子在温度为0℃左右时，生活力可保存15年以上。

中国的新疆、青海等省（自治区），气候干燥，冷凉，是理想的天然种子贮存库。油菜种子自然贮存8～10年不丧失发芽力，而且存取方便。

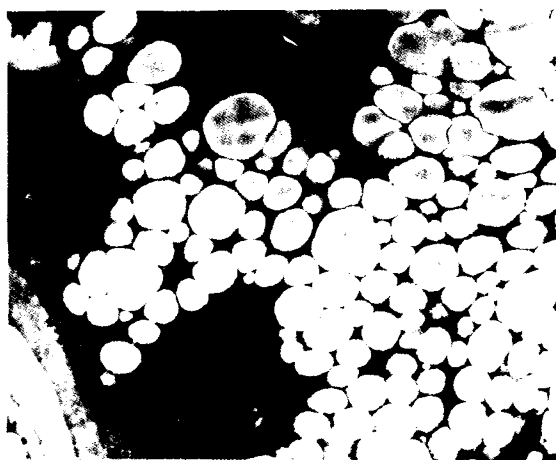
（高永同）

油菜籽（rapeseed） 由卵细胞受精后的胚珠发育而成的油菜种子。

种子形态 一般可分为球形、近球形、卵圆形或不规则棱形。种子较小，芥菜型油菜种子千粒重一般为1～2克，白菜型油菜为2～4克，甘蓝型油菜为3～5克。种皮颜色有黄、金黄、淡黄、淡褐、红褐、暗褐和黑色等。甘蓝型油菜一般为褐色、黑色。油菜种皮颜色主要是由栅栏层细胞沉积的色素而定，此外种皮颜色与种子成熟度也有关。种皮表面网纹是区分不同类型油菜的重要性状。甘蓝型油菜种皮表面平滑，白菜型油菜种皮网纹浅，芥菜型油菜种皮网纹很明显，有的种皮表面还有明显的条痕。由于种皮栅栏层细胞的大小和排列方式不同，而形成不同的网纹和条痕。油菜种子的胚根脊，种脐和合点有的外突，有的平滑，因不同类型油菜而异。有的油菜种子在水中浸湿后，种皮表面产生粘液物质，这是由于其外表皮细胞中充满粘液物，遇水后外表皮破裂，粘液物外溢，这种粘液物是对干旱环境相适应的一个性状，使种子在发芽初期可忍耐一个时期干旱。

种子解剖结构 油菜种子无胚乳，成熟的种子主要由种皮和胚两部分组成，胚充满整个种子内部，子叶发达，为折叠型子叶，两片子叶对折并包在种皮内，在子叶外部存在胚乳痕迹。种皮由5层细胞组成：①表皮层是由一层厚壁无色的细胞组成。以下为亚表皮层是大细胞压缩层，有1～3层薄壁细胞。②栅栏层细胞是这一层的细胞在横切片中形如平底大玻璃杯，细胞壁加厚。有的有色素沉积。③色素层为一层薄壁细胞，有的含有色素，此层由内珠被发育而成，此层是否存在，尚有争论；而栅栏层以外各层由外珠被发育而成。④糊粉层种皮下为胚乳和胚。胚乳仅由一层细胞组成，细胞较大，内有糊粉粒和油滴。胚全为薄壁细胞，几乎没有组织分化，仅横切时在子叶内侧可看到形成层和栅状细胞。⑤无色层是在糊粉层以下，由退化的胚乳细胞组成。

种子的化学组成 油菜种子中含有水分、脂肪、蛋白质、维生素、植物固醇、硫代葡萄糖甙、植酸盐和多酚物质等。干种子含水分6～8%，主要以束缚水形式存在于子仁中。种子中脂肪含量30～50%，以分散的亚细胞器——“油体”（oilbody）形式存在于细胞质中（见图）。种子蛋白质含量25%左右，除少数为结合蛋白质外，绝大多数为贮藏态的单纯蛋白质，以蛋白体形式存在于细胞质中。蛋白体为球体，外有脂蛋白质膜，直径2～10μ，其中以球蛋白最为丰富，其次为精蛋白。油菜种子含纤维素11～12%，主要存在于种皮中，黄色种皮品种纤维素含量低，种皮薄，致使脂肪和蛋白质含量相应较高。种子中含矿物质约4～5%，其中钙、铁、锰、磷、硒和镁含量较高。油菜种子中含有较多的维生素，特别是核黄素、烟酸、胆碱含量较高。种子油中含有菜籽固醇、菜油固醇、胆固醇和β-谷固醇。其中β-谷固醇占整个固醇含量的50%以上，β-谷固醇能影响肠道对胆固醇的吸收，因此具有降低人体血清中胆固醇的作用。油菜种子中含有4～7%的硫代葡萄糖甙，以钾盐或钠盐的颗粒形式存在于胚细胞质中，硫代葡萄糖甙经芥子酶水解后产生异硫氰酸盐、噁唑烷硫酮、腈等有毒物质，使家畜新陈代谢紊乱和甲状腺肿大。种子中还含有植酸盐（又称肌醇六磷酸盐），它是植酸与二价或三价金属离子螯合形成的溶解度很低的络合物，分布在细胞质蛋白体的球状体中，家畜食用油菜饼粕后出现的缺锌症与它有关。此外油菜种子中还含有多酚物质鞣酸、芥子碱等，以及磷脂、色素等物质。油菜不同品种种子的化学组成有相对的稳定性，但环境条件和栽培技术对种子化学组成都有一定影响。



甘蓝型油菜萌动种子子叶细胞超微结构

（白色部分为油体）

种子休眠 种子休眠因类型和品种而不同，芥菜型油菜种子休眠最深，可长达数月，白菜型油菜次之，甘蓝型油菜种子休眠不明显。休眠深度与种皮颜色有关，黄色种皮品种基本上没有休眠或休眠期较短，黑色种皮品种的休眠期较长。油菜种子的休眠主要由于种皮的透气性差异所造成的，当剥除或挑破种皮，种子很快就会打破休眠而萌发。

（官春云）

油菜籽贮藏 (rapeseed storage)　油菜籽收获后的保存技术。包括商品用、种子用和种质资源的油菜籽贮藏。商品油菜籽贮藏的好坏与种子出油率高低和饼粕品质有直接关系；作播种用种子和种质资源贮藏好坏，则影响种子的发芽率和幼苗生长。

油菜籽耐贮藏性能较差。原因是：①种子小，表面积大，种皮脆薄，组织疏松，再加上冬油菜收获时正遇梅雨季节，易吸湿回潮。②油菜籽含油量高，所含氧化酶活性强，在物质代谢过程中耗氧很快，在相同温湿度条件下，其呼吸强度比其它作物的种子大，尤其在高水分情况下，仅1～2天就会引起严重发热酸败现象。③因种子小、种子堆中孔隙度极小，容易吸湿，不易散热，又因为菜籽本身呼吸强度较大，释放出的热量多，在高温季节容易发热霉变，发热温度可高达70～80℃。

充分干燥的作种用的种子，采用密封贮藏，可保持生活力5～7年，随后即丧失发芽力。在生产上一般采用一年以内或二年以内种子播种。

油菜籽安全贮藏技术要点：①充分干燥。油菜脱粒后应立即将种子晒干或烘干（温度不宜超过40℃），使种子含水量降到9%以下，如水分超过10%，经高温季节就会产生结块现象；水分在12%以上，就会发生霉变。②清除泥沙杂质。泥沙杂质过多，使种子堆孔隙度变小，通气不良，妨碍散热散湿，因此菜籽入库前要严格进行风选，筛选，清除杂质。③低温贮藏。温度应按季节加以调节，夏季不超过30℃，春、秋季不超过15℃，冬季不超过8℃，如种温与仓温相差超过5℃，应及时通风降温。④合理堆放。油菜籽有较高的吸湿性，要避免接触地面和墙壁，一般种子堆（或堆包）下面要铺垫芦席、木板等，防止地下湿气上升，堆包与墙壁的距离要在50厘米以上。当油菜籽含水9～10%时，散装堆高为1～1.5米为宜；含水7～9%时，堆高可达到1.5～2.0米。应尽量低堆，或将表面耙成波浪形，以利湿、热散发。袋装贮藏，应堆成井字形、工字形或金钱形等风凉桩。油菜籽水分在9%以下时，可堆高10包；水分9～10%时，可堆高8～9包。⑤勤检查。一般4～10月间，水分在9～12%的油菜籽每天要检查两次；水分在9%以下的每天检查一次。在11月至翌年3月份，水分为9～12%的油菜籽，每天检查一次；水分在9%以下的隔天检查一次。

油菜种质资源的贮藏见**油菜种质资源**。

（官春云）

油料加工 (oilseed processing)　用压榨、浸出或其他方法制取植物油脂的生产过程。油料加工主要包括大豆、花生、油菜籽、棉籽、芝麻、向日葵籽等油脂的制取及饼粕的综合利用的加工生产。

早在14世纪初，中国已有楔式榨油的记载，明代《天工开物》对水代法取油作了详细叙述。直至18世纪末世界榨油业基本上仍处于手工生产阶段。19世纪中叶欧洲开始用水压机榨油。20世纪初才有连续生产的动力螺旋榨油机问世，随后产生了用溶剂浸出法取油的工艺，从此世界油料加工业便逐步进入机械化与连续化生产新阶段。随着对蛋白质需求量的增加，油料加工的任务除提取油脂外，还应开发利用油料蛋白质资源。与之相适应的先进工艺主要有：用溶剂浸出低温脱溶法制取大豆油及大豆蛋白；用水浸法制取花生油及花生蛋白；用两次溶剂浸出或混合溶剂浸出法制取棉籽油及棉籽蛋白等。

加工工艺　包括预处理、油脂制取、油脂精炼、产品和副产品利用等工艺。

预处理　根据各种油料的籽粒特性、水分、杂质等情况，在取油之前先经过清理除杂、剥壳（或去皮）、轧胚、蒸炒等工序，以达到最适的取油条件。例如棉籽的预处理工艺流程（见图1）。

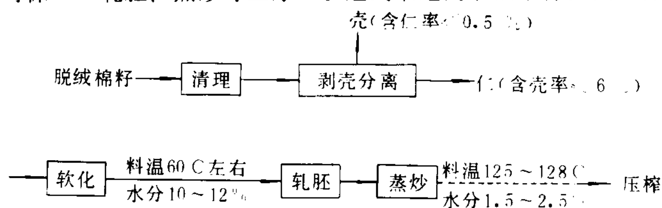


图1　棉籽预处理工艺流程

清理　清除尘土、石子、皮壳等杂质，方法有筛选、风选、磁选及水洗等。

脱壳去皮　各种油籽的皮壳含量约占籽粒的20%，取油前脱除皮壳能提高出油率，以免降低毛油质量，有利于饼粕的加工利用。常用的设备有圆盘剥壳机和刀板剥壳机，也可用胶辊砻谷机。

轧胚　用轧胚机将油籽轧成厚度为0.3～0.4毫米左右的薄片，即生胚。轧胚能破坏油籽的细胞壁、增大表面积，借以提高蒸炒、压榨及浸出的效率。

蒸炒　将生胚置于连续操作的多层立式蒸炒锅中，经过喷汽或加水润湿、加热、蒸胚、炒胚脱水等工序，促使生胚产生一系列的复杂变化，其中包括油脂均态分散的破坏、磷脂的吸水膨胀、蛋白质的变性，以及蛋白质和有害物质棉酚的结合状态和料胚物理性能等一系列变化，最后得到适宜于压榨或浸出取油的熟胚。高温蒸炒会促使蛋白质变性，对油料蛋白的利用不利，因此可采用生胚直接浸出取油的工艺。

油脂制取　主要有压榨法、浸出法、水代法和水浸法。

压榨法　是一种传统的取油方法。古老的采用人力杠杆式和楔式榨油机取油。现代主要采用水压机及动力螺旋榨油机取油。水压机适用于榨取芝麻油、可可脂和橄榄油，可以保持油的特有风味及饼中蛋白质

的营养价值。但因其生产的间歇性、具压榨时间长、操作繁琐等缺点，已逐渐为动力螺旋榨油机所取代。动力螺旋榨油机的生产连续化，处理量大、出油率高。但其动力消耗大，产品质量不及水压机。现行的螺旋榨油机处理量为3～5吨或8～10吨。

浸出法　利用轻汽油一类的有机溶剂溶解料胚中的油脂，形成油脂和溶剂的混合物(混合油)，经蒸发和汽提促使溶剂因汽化而分离出去，得到浸出的毛油。剩下的湿粕脱除溶剂后为脱脂粕。浸出法出油率高，其饼粕残油率小(0.5～1%)及蛋白质变性小；但该法有溶剂消耗，必须加强安全防火。

油脂浸出工艺包括浸出、溶剂蒸发及回收、湿粕烘干等工序，其简略工艺流程见图2。

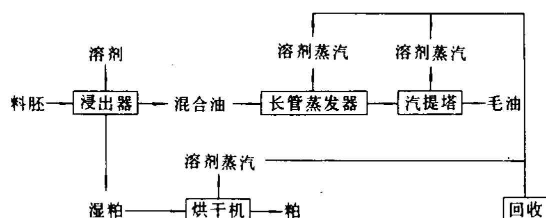


图 2　油脂浸出工艺流程

水代法　以水排代油脂。中国传统的小磨麻油就是用水代法制取的。其主要工序为：炒籽、磨籽、兑浆搅油、震荡分油。炒籽是用炒籽锅焙炒芝麻，使蛋白质凝聚变性，同时使芝麻素($C_{20}H_{18}O_7$)在高温下水解成芝麻酚($C_7H_6O_3$)，后者是小磨麻油的特有香味物质。磨籽是用石磨将炒过的芝麻碾磨成酱，形成一种粉体分散于芝麻油中的悬浮体系。兑浆搅油是在麻酱中加沸水搅拌，使蛋白质、碳水化合物等亲水粉体吸收水分，原来被油分子占据的粉体表面与水分子相结合，麻油即被排代出来，完成以水排代油的过程。震荡分油是利用机械震荡的作用，促使酱渣内部的芝麻油滴聚集上浮，以利分出。

小磨麻油的风味特佳，出油率可超过96%。但水代法的生产效率很低，渣粕水分高达65%左右，不便利用。

水浸法　在碱性条件下使油脂、蛋白质分散在水相中制取油脂的方法。同时此法获得未经变性的优质蛋白，下面以花生为例简述其工艺流程。

先将脱皮的纯净花生仁磨碎，然后转移到水浸容器中，加入一定量的淡碱水将pH调至8.0左右，使蛋白质溶解，随后除去残渣，得到水浸液，使液温升至50℃，调节pH至4.5时，进行破乳，经离心机分离得到轻、重相。轻相进行真空脱水得花生油。重相经灭菌、浓缩、喷雾干燥等工序即得食用花生蛋白粉。

水浸法设备简单，投资费用少，但其蛋白制品中的残油率较高，影响贮藏稳定性，在潮湿环境下生产容易感染微生物。

油脂精炼　毛油中存有多种杂质，其中有泥砂、胚末、饼渣、草屑等不溶性杂质；磷脂、蛋白质、粘液素、树脂等胶溶性杂质；游离脂肪酸、甾醇、生育酚、色素、棉酚、烃类、硫化物、蜡、醛、酮等油溶性杂质。以上杂质大多数对油品有害，可根据需要通过精炼分批除去。其中生育酚、甾醇、谷维素等为油脂的天然抗氧化剂并有营养价值，应尽量保留。

油脂精炼包括机械除杂、脱胶、脱酸、脱色、脱臭、脱蜡等。其工艺流程取决于油脂的种类和精炼油的等级，以下是毛菜籽油制取色拉油的精炼流程(见图3)。

水化脱胶　油脂经水化处理，利用磷脂吸水膨胀进而聚集沉淀的原理，以除去大部分胶溶性杂质。

碱炼　在油中加入一定量的氢氧化钠溶液，中和油中的游离脂肪酸，使之形成皂脚而分离，同时除去部分胶质、色素等杂质。

脱色　将活性白土、活性炭等一类能吸附色素的吸附脱色，同时除去油中残留的胶质、皂脚等杂质。

脱臭　在残压中小于6毫米汞柱的高真空和200℃以上的高温条件下，直接喷入蒸汽，除去油中的挥发性臭味成分，同时脱去由前道工序带来的肥皂味和漂土味。

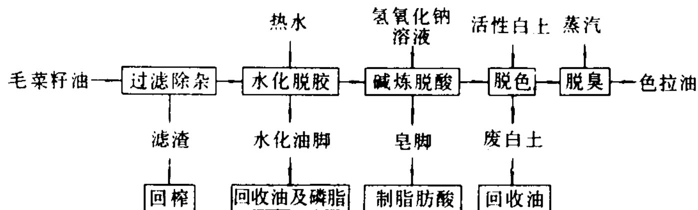


图 3　毛菜籽油制取色拉油的工艺流程

副产品综合利用　油料加工后的副产品主要有饼粕和油脚。饼粕中含有较多的蛋白质、少量的油脂及部分淀粉、纤维素、矿物质等。油料蛋白质是构成食物中的重要蛋白质成分。无毒饼粕(如豆饼、米糠饼、葵花籽饼)可直接用来加工饲料；有毒饼粕(如菜籽饼、棉籽饼、茶籽饼)一般需预先脱毒才能作饲料用。油脂精炼产生多种副产品，其用途因种类而异，如用大豆油的水化油脚提取磷脂；用棉籽油皂脚制取脂肪酸；从豆油脱臭馏出物中提取甾醇和生育酚；从米糠油中分离糠蜡；从米糠油皂脚中提取谷维素等。

(雎鸿荪)

油料作物 (oil crops)　以采收种子榨油为主要用途的一年生或越年生栽培草本植物。如油菜、花生、向日葵、芝麻、大豆、胡麻、红花、蓖麻、海甘蓝等。除以上油料作物外，还有棉籽、玉米胚、米糠等也可用于榨油。

20世纪80年代以来，世界油料作物，特别是油菜、向日葵、大豆生产发展很快，面积和产量都有较大的增长（见表1）。

从油料作物中提取的油可作食用和工业用。食用

表1 世界主要油料作物的收获面积和总产量(1980～1985)

项目	收获面积(kha)						总产量(kt)					
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1980	1981	1982	1983	1984	1985
大豆	50 536	50 552	52 463	48 858	52 056	51 555	80 910	88 512	92 982	79 407	89 893	96 054
带壳花生	18 427	19 157	18 993	18 576	18 350	19 657	16 965	20 815	18 580	19 072	20 611	21 792
向日葵籽	12 463	12 119	12 893	12 823	13 431	15 141	13 586	14 204	16 046	15 495	15 941	20 428
油菜籽	10 820	11 885	13 173	12 642	13 606	15 441	10 601	12 313	14 472	14 025	16 368	19 633
芝麻	6 275	6 318	6 548	6 406	6 243	7 179	1 762	2 054	1 870	2 110	2 113	2 453
亚麻籽	5 168	4 906	5 378	4 617	4 928	—	2 127	2 243	2 893	2 234	2 574	—
红花籽	1 315	1 333	1 179	1 403	1 328	—	896	861	859	859	953	—

植物油有较高的营养价值，供给人类所需的不饱和脂肪酸（见表2），它们组成成分中的某些脂肪酸（如亚油酸）是动物油脂所不能代替的，植物油富含维生素A、维生素D和维生素E，易被人体吸收，其中亚油酸有降低血清胆固醇的作用。植物油脂在国民经济中也占有很重要的地位，主要用于食品、纺织、机械、冶炼、制皂、油漆、橡胶、塑料、制革及医药等行业。提取油脂后的饼粕，可用做饲料、肥料和工业原料。

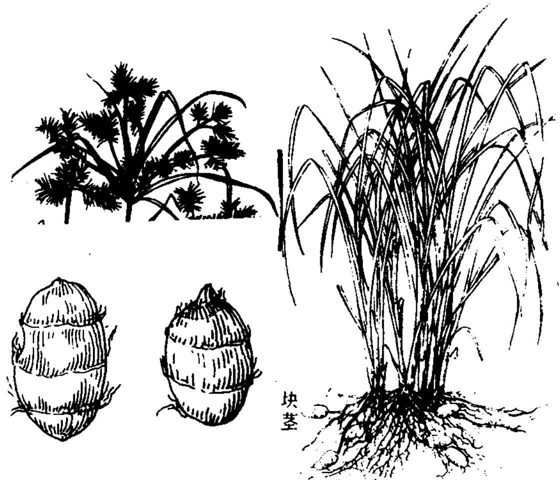
表2 精炼后几种植物油的脂肪酸组成(%)

植物油＼脂肪酸	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	廿碳烯酸	芥酸
高芥酸菜籽油	4	2	34	17	7	9	26
无芥酸菜籽油	4	2	55	26	10	2	微量
大豆油	9	5	45	37	3	微量	微量
芝麻油	7.5	4.8	39.4	44.9	1.8	0	0
玉米油	11	2	27	59	1	微量	微量
亚麻油	6.9	3.6	16.0	15.0	58.5	0	0
花生油	13	3	42	34	微量	1	微量
向日葵油	6	4	19	69	微量	2	—

此外，油料作物在轮作复种中有重要作用，可以提高土壤肥力和改善土壤结构，是良好的前作。

（李 纯）

油莎草 (chufa flatsedge) 莎草科莎草属的一个种，学名*Cyperus esculentus* L.。别名油莎豆、洋地栗。多年生草本植物。块茎含油27%左右，油浅茶色，味香可吃，食品工业通常用制奶油、糖果、杏仁水。也可作润滑油和制皂。油粕可酿酒或作精饲料。起源于地中海沿岸，埃及早有大面积栽培。19世纪中叶，美国南部开始种植，随后欧洲、亚洲西部广泛栽培。20世纪60年代初引入中国，在广东、广西、江西、山东、四川、甘肃等省（自治区）栽培。1966～1967年广东省湛江地区曾发展到1 300～2 000公顷。但因收获困难，未得到发展。株高20～60厘米。秆粗、光滑、叶线形。穗状花序。小坚果矩圆形，灰褐色。块茎椭圆形，长1～2厘米，褐色（见图）。阳性植物。适应性广、耐旱、耐湿、



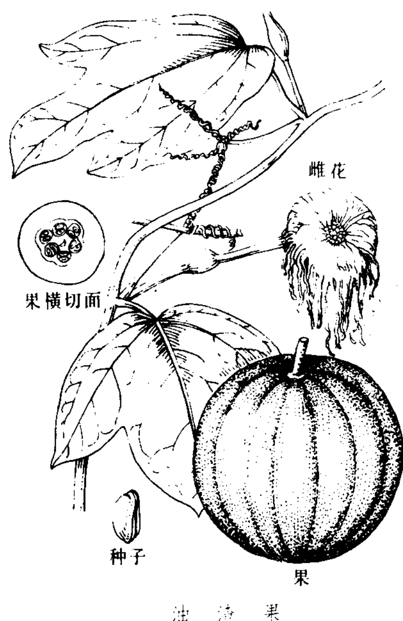
油莎草

耐瘠、耐盐。日温在20℃以下，年雨量不少于600毫米的广大平原，山坡、沿海沙地均可栽培，在疏松砂壤土上生长最好。主要用块茎繁殖。种前，浸种催芽，待块茎吸水膨大后起畦种植。植距15～18厘米，穴施基肥，浅播，每穴2～3粒，2～3天齐苗。亦可用干块茎直接种植，每公顷播种量60～75千克。及时松土、除草、追肥。主要害虫有金针虫、莎草螟、蝼蛄等。种后80～120天叶片由绿色转为黄色，块茎由白色转褐色即可收获。平均每公顷产干块茎1 500～2 200千克，最高达7 500千克。干块茎出油率26～38%。由于块茎小、成熟时易脱落土中，最好采用机械收获。人工收获困难，难于推广。

（丁慎言）

油渣果 (largefruit hodgsonia) 胡芦科油渣果属的一个种，学名*Hodgsonia macrocarpa* (Bl.) Cogn.。别名油瓜、猪油果、牛蹄果。常绿木质藤本。是油料植物。种仁含油率达60～70%，蛋白质20%，维

生素和不饱和脂肪酸少量。油淡黄色，味清香、无毒，可供食用。原产缅甸、印度、泰国、老挝、越南、马来西亚及中国云南、广东、广西南部，多生长在海拔1 600米以下的沟谷两旁和台地疏林中。藤长10米以上，多分枝，具棱，有卷须。单叶互生，革质，阔卵形至近圆形，长宽约15～20厘米，3～5深裂。花单性、雌雄异株，雄花为伞房状总状花序，雌花单生。子房下位，果大，扁球形，内含6～8粒复合种子，种子如鸭蛋，含种仁1～3枚，种壳木质坚硬。同属植物还有腺点油渣果变种*H. macroarpa* (Bl.) Cogn. var. *capniocarpa* (Rild) Tsai，多分布在海拔1 200米以下（见图）。喜高温潮湿环境，年平均温度17℃以上，最



油渣果

低温度0℃左右，轻霜日数不超过5～10天，年雨量1 400毫米以上，年平均相对湿度80%左右均适于生长。土壤以微酸性至中性土为好。半阴性植物，可利用林间隙地、屋旁、山沟零星地种植。为保持母树的优良性状，以压条或扦插繁殖为主，也可用种子繁殖。种后2～3年开花结果。花期长，多集中于春秋两季。果实发育需120～160天。春花坐果于8月至9月成熟，秋花坐果于翌年3月至4月成熟。单株一般产果40～100个，产油5～10千克，最高达20千克。结果期长达70～80年。病虫害少。栽培时要搭棚架，成本高，开发利用较难。

（丁慎言）

油籽贮藏（oil seed storage） 油籽在收获后至加工成油品前经干燥、清理、入仓，控制水分，温度变化、防止虫害、霉变及哈变技术管理过程。

贮藏原理 油料籽粒含有大量脂肪（见表），主要由不饱和脂肪酸，如油酸、亚油酸、亚麻酸等组成，其化学性活泼，易起加成、氧化和聚合等反应，与贮藏关系十分密切。在外界水、温影响和空气中存放，极易发生双键移位，促使油籽脂肪的自动氧化变质，出现高的过氧化值和羰基值，使贮藏的油料减少出油率，榨出油带有哈喇味。水分是影响油籽贮藏的主要因素。脂肪是一种疏水物质，油籽的水分都集中在非油的亲水胶体部分，使油籽的含水量即使在较低的情况下，其亲水胶体部分水分含量就会很高，影响油籽在贮藏中的稳定性。油籽的临界水分，以亲水胶体部分含水量作为计算基础，一般以亲水胶体部分含水量15%作为临界水分（见表）。

几种油籽临界水分的理论值

种　类	脂肪含量(%)	临界水分(%)
大　豆	18	12.3
棉　籽	20	12
油菜籽	40	9
花生仁	45	8.3
芝　麻	50	7.5

油籽收获后未经干燥，或含有较高水分时，容易发热霉变。例如油菜籽水分在13%以上，一夜间温度能升高10℃，全部霉变，发热，酸价增高，出油率降低，油的质量变劣，炼耗增大。

清理和干燥 收获后的油籽应及时清理与干燥，使杂质降低至1.5%以下，水分降至临界水分以下，以保证入库质量，提高贮藏稳定性。干燥方法因油籽收性而异，可采用温和的日光干燥，如大豆的最高日晒温达44～46℃不致降低含油量；油菜籽可在日光下曝晒。但在油菜籽收获期间遇到阴雨天气，水分在20%以上，如不及时处理，将会发生霉烂，必须借助烘干机械及时进行处理，使其水分降至9%以下。籽粒出机温度可控制在45～50℃。

贮藏技术 油籽入库前要清扫仓库并消毒，防止有些油籽因颗粒太小而嵌入仓壁，漏到地坪裂缝中，当回潮时即发芽。因此必须以防潮层与护饰层铺垫仓库。贮藏方法有：①干燥低温密闭贮藏。低水分的油籽在春暖以前趁冷密闭，或经冬季冷冻入库的油籽利用麻袋等压盖，密闭贮藏。②通风贮藏。新收获的油籽，生理活动比较旺盛，堆内湿热容易积聚，同时气温下降时容易产生结露或使局部水分增加，所以应及时加强通风，散发湿热。可在房仓内加设通风地槽，在筒仓内加设径向通风中心风管进行通风。在冬季进行通风降湿后转入密闭贮藏。③气调贮存。有专用的气密库或塑料薄膜的软结构气密设施。在密封条件下，充入N_2或CO_2气体进行气调贮藏。这种贮藏技术可防止虫害、微生物及油籽氧化变质。

油籽贮存根据不同情况可分别采用上述几种技术，但各有其特点：①大豆。其籽粒富含蛋白质亲水胶体，

贮藏中易吸湿变质。经夏季高温影响，易变色、走油、发芽率、出油率降低。宜采用12.5～12%水分的籽粒在干燥、密闭、低温条件下贮藏。②油菜籽。其颗粒细圆，水分超过10%，极易发芽、发热、霉变，宜采用分级低堆贮存。③花生。花生果堆孔隙度大，可冬季干燥后通风降温贮存；也可以花生仁形式作包装气调（充CO_2或N_2）短期贮藏。④芝麻。其籽粒细小，杂质多，易积热发霉，感染蛾类害虫，宜密闭贮藏。⑤棉籽。籽粒饱满，外壳坚硬，有毛绒，可采用露天堆垛，拍实贮存，此法可自然干燥，防雨水渗入，常年水分、湿度变化稳定，颇耐贮存。

（朱大同）

油棕 (oil palm)　棕榈科油棕属的一个种，学名*Elaeis guineensis* Jacq.，热带木本油料作物。单位面积产油量特高，故有"世界油王"之称。

起源和分布　原产于热带非洲，自然分布于13°N～12°S之间的热带雨林到热带草原的过渡地带。在扎伊尔、刚果、尼日利亚、贝宁、科特迪瓦、加纳、喀麦隆、几内亚等国较集中。1848年，引入印度尼西亚，作为一种观赏植物种植，1911年起开始栽培。主要栽培国为马来西亚、印度尼西亚、扎伊尔、科特迪瓦、尼日利亚、哥伦比亚等。中国于1926年开始由东南亚引入种子，在海南省零星试种，1960年开始正式栽培，主要种植在海南省的南部和西部，云南省西双版纳自治州也有少量种植。

生物学特征　植株高大，属单子叶植物。根为须根系，由初生根、次生根、三生根和四生根组成，后两者为主要吸收根。茎直立，不分枝，圆柱状，茎粗30～40厘米，老树高达10米以上。叶片呈螺旋状着生于茎顶，长4～6米，羽状全裂，有100～200对裂片，叶柄有刺，衰老后不易脱落，久留茎上。叶腋均有一花芽，花芽能发育，与温度、水分、营养和本身的遗传性有关。肉穗花序，雌雄同株异序，少量出现雌雄混合花序，花序在生长前期被内外两层草质苞片裹着，随花序发育长大，苞片从顶部往下纵裂而露出花序。雌花序由许多小穗组成，每个小穗着生6～40朵雌花，呈螺旋状排列于小穗上，雌花花被6片，子房三室，柱头三裂，每室均有一胚珠，受精后约6个月果穗成熟。每穗有果1 000～1 500个，穗重10～15千克，最重可达50千克以上。雄花序由许多长10～20厘米的指状小穗组成，每个小穗有700～1 200朵雄花。每花序的花粉量5～25克。果实由外果皮、中果皮、内果皮和核仁组成。成熟的中果皮又称果肉，鲜果肉含油率50%左右，棕油即由果肉榨取。内果皮又称核壳，由坚硬致密的石细胞组成。核仁富含油脂和蛋白质，鲜核仁含油率约50%，棕仁油即从核仁榨取（见图1）。

油棕定植后第三年开始结果，6～7龄进入旺产期，

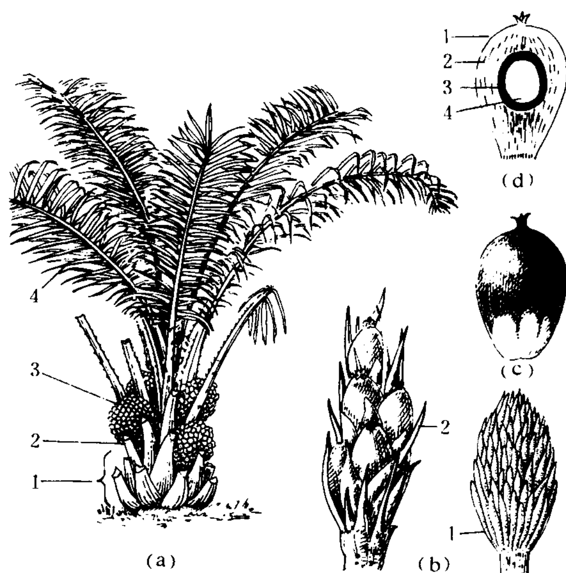


图1　油棕的形态

（a）茎和果穗：1. 茎；2. 残留叶茎；3. 果穗；4. 叶片
（b）花序：1. 雄花序；2. 雌花序（小穗）
（c）果实
（d）果实剖面：1. 外果皮；2. 中果皮；3. 内果皮；4. 核仁

经济寿命20～25年，自然寿命长达100年以上。在高温多雨的东南亚地区，全年开花结实，每公顷产油4～6吨。在高温干旱的非洲西部地区，每公顷产油1.5～3.0吨。在中国海南省，因受气候影响，出现季节性开花结果，一般每公顷产油0.9～1.5吨，但在该省南部每公顷产油量亦可达3吨以上。

品种类型　油棕的染色体数为2n＝32。有性繁殖的个体在遗传上变异很大，实际上不存在品种，生产上主要使用的三个变种和一个杂交种

刚果厚壳*E. guineenis* var. *macrocarpa*，果肉很薄，占果重的30～40%，核壳特厚，厚5～8.5毫米。

杜拉*E. guineenis* var. *dura*，果肉占果重的40～70%，核壳较厚，厚2～5毫米，核仁较大，果肉与核壳之间无纤维轮。

比西夫拉*E. guineenis* var. *pisifera*，果实小，无核壳，也称无壳种。核仁小，果肉约占果重的95%，果肉与核壳之间有纤维轮。果穗多败育，产量低，栽培价值小，但在育种上常用作父本材料。

丹那拉(tenera)，是杜拉与比西夫拉的杂交第一代，果肉较厚，占果重的70～95%，核壳薄，厚0.5～2.5毫米，核仁较小，果肉与核壳之间有纤维轮，产油量高，在生产上大规模栽培。

还有一种美洲油棕*E. oleifera* Martiana，原产于美洲，形态上类似非洲油棕，因茎矮、抗病、棕油不饱和脂肪酸含量高等优点而用作选育种材料。

70年代末，英国、法国和马来西亚用组织培养法

获得油棕无性繁殖苗成功，为油棕无性系选育种开辟了一条新的途径。

油棕喜高温、湿润、强光照和土壤肥沃的环境，但在季节性干旱地区也有较大的适应性。温度是制约油棕分布和产量的主要因素。年平均温度24～27℃，年雨量2 000～3 000毫米，分布均匀，每天日照5小时以上的地区最为理想。年平均温度23℃以上，月均温22～23℃的月份有7～8个月，年雨量1 500毫米以上，干旱期连续3～4个月的地区能正常开花结果，但出现季节性产果。年平均温度低于22℃，并有短期霜害的地区，果实发育不良，产量极低，不宜栽培。

台风常扭断叶片，造成花序败育，降低果穗出油率，影响产油量。深厚和富含腐殖质的土壤最适于种植油棕。如土壤过于坚实、多石砾、多砂，不宜栽培油棕。

栽培技术

催芽育苗　种子在自然条件下萌芽缓慢且不整齐，半年至2年以上才基本萌芽完毕。在生产上用加热处理法催芽效果最佳。可在38～40℃的发酵坑、暖房、恒温箱或人工气候室处理80～90天催芽。种子萌芽后即移植于过渡苗圃，长到5～6片叶再移入装有肥土的塑料袋，培育12～14个月，选叶片羽裂早、开叉大、叶面积大、裂片多的壮苗定植。

开垦定植　由于油棕果实需要及时加工，如种植面积较小而分散，不利于现代化运输和加工，因此，要慎选宜林地和做好规划设计，在有风害的地区应营造防风林。一个油棕园一般以4 000～10 000公顷为宜。

开垦时要做好定标、挖穴和施足基肥，丘陵地还须修等高梯田，以防土壤冲刷。种植密度一般每公顷135～180株，植距8×8米或7×8米，正方形或三角形种植。三角形种植，可更合理地利用土地和空间，单位面积产量较高。雨季初期定植为宜。袋育种植材料可轻度修剪叶片，定植时将塑料袋撕破取出，注意不使根部的土团碎散。植后用杂草覆盖根圈，以利保水，提高成活率。

管理　植后1～4年为幼龄期，以营养生长为主。行间要控制萌生植物，种上豆科覆盖作物或适当间作短期的经济作物。根圈每年除草3～4次，并用杂草覆盖。叶片尽量保留或修去少量老叶。二三龄时，每年每株施有机肥30千克以上，化肥以氮肥为主，适当施磷、钾肥。

六七龄进入旺产期，对水、肥要求强烈，一般每年每株施有机肥50千克左右，硫酸铵或氯化铵2～3千克，过磷酸钙2～3千克，硫酸钾或氯化钾1～2千克。为了合理施肥，宜根据叶片营养诊断指导施肥，成龄树根圈每年除草2～3次。

油棕自然授粉结果率低，必须进行人工授粉或放养昆虫传粉，以保证油棕的产量。80年代初，马来西亚放养油棕象鼻虫*Elaeidobrius kamerunicus*授粉，增产效果明显。人工授粉首先是采集花粉，干燥贮藏备用，或用新鲜花粉，在雌花开放的第二天授粉最好。

老叶不易自行脱落，为了便于人工授粉和收获果穗，一般每年修叶一次，每株以留叶35片为宜。叶片修剪下来后最好覆盖行间，让其腐烂回土。

病虫害防治　中国海南省油棕病害主要有树冠病(crown disease)、生理性病害有果腐病 (bunch rot)，虫害有红脉穗螟*Tirathaba rufivena*、刺蛾*Darna trima* 等，其中以红脉穗螟和刺蛾为害较重。红脉穗螟为害花序和幼果，影响产量，应清除受害雄花，集中烧毁。用0.2%硫丹喷射果穗，防效良好。刺蛾为害叶片，利用天敌寄生蜂防治较好。国外有致命的油棕苗疫病(Seedling blast disease)和维管萎蔫病 (Vascular wilt disease)，前者由真菌*Rhizoctonia lamellifera*引起幼苗根腐病死；后者由真菌*Fursarium oxysporum*引起整个树冠枯死。中国尚未发现这两种病害，引种时应注意检疫，防止传入。

收获和加工　果实成熟时呈橙红色，含油量最高，油质最好，应及时收获。在气候适宜的地区，全年都有收获。中国海南省4月至11月收获。果实薄壁细胞中含有解脂酶，如果实过熟，碰伤和搁置过久，油脂即迅速分解成游离脂肪酸和甘油，使油质变坏。因此，果穗收获后须在24小时内进行加工(见图2)。

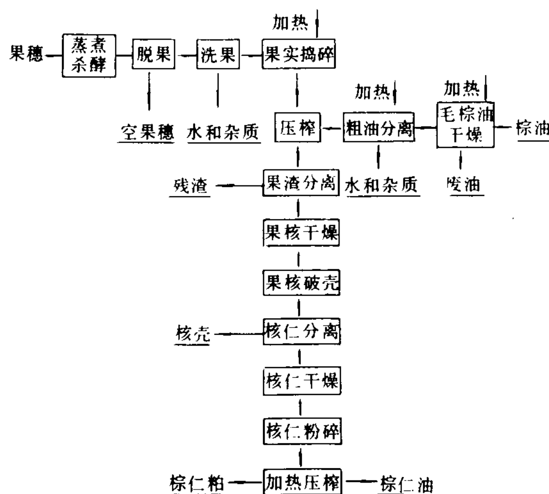


图2　油棕加工工艺流程

产品用途　主要产品为棕油(palm oil)和棕仁油(palm kernel oil)。棕油淡黄至棕红色，是一种半固体油脂，含饱和脂肪酸50%以上，不饱和脂肪酸45%左右，有丰富的胡萝卜素、维生素A和维生素E。精炼后油味清淡，不易酸败，可作食用油、起酥油、人造奶油，可制高级肥皂、化妆品、洗涤剂、蜡烛、甘

漆、防锈剂、润滑油、内燃机燃料，以及用于铁皮镀锡、钢铁淬火等。

棕仁油白色，含饱和脂肪酸80%左右，不饱和脂肪酸13～20%，可作烹调油、人造奶油和糖果、点心、饼干、雪糕、面包的配料，还可制高级肥皂、洗涤剂和润发酯。

果实加工所得的副产品为棕仁粕、果渣和核壳。棕仁粕和果渣可配制饲料，核壳可制活性炭。

产销概况 1986年世界产棕油822.7万吨。马来西亚生产棕油最多，年产454.2万吨，约占世界总产的55.2%。1981～1986年，主要棕油生产国的棕油产量见下表：

1981～1986年主要棕油生产国的棕油产量(kt)

年　度	1981	1982	1983	1984	1985	1986
马来西亚	2 822	3 511	3 000	3 715	4 132	4 542
印度尼西亚	741	824	950	1 132	1 230	1 298
尼日利亚	675	700	710	700	730	760
扎伊尔	165	155	140	153	160	160
科特迪瓦	155	156	133	151	164	180
其他国家	839	931	936	1 081	1 213	1 287
世界总计	5 397	6 277	5 869	6 932	7 629	8 227

1983年世界棕油出口量为393.8万吨。其中马来西亚出口最多，为290.6万吨，占世界出口量的73.7%；其次是印度尼西亚，出口34.8万吨，占世界出口量的8.8%。非洲产区出口很少，主要供本地消费。1981年以来，进口棕油最多的国家是印度和新加坡，其次是巴基斯坦、荷兰、联邦德国、日本、美国等。

参考书目

Hartley, C. W.S., *The oil palm*. Longman. London, 1969.

（陆明金）

有稃玉米 见玉米类型。

诱变育种 (breeding by induced mutation) 利用物理、化学和生物等因素诱导植物遗传性发生各种变异，并从变异群体中选择符合育种目标的个体，进而育成新品种或新种质的育种方法。这是继系统育种和**杂交育种**之后发展起来的一项现代育种技术。

概况 1927年H.J.缪勒(Muller)用果蝇作试验，发现X射线能引起生物遗传性的变异。1928年L.J.斯德勒(Stadler)证实了X射线对玉米和大麦有诱变效应。1930年H.尼尔逊·爱尔(Nilsson Ehle)和A.古斯塔夫逊(Gustafsson)利用辐射诱变得到了有实用价值的大麦突变体。1934年D.托伦纳(Tollenear)利用X射线育成了第一个烟草突变品种赫洛里纳(Chlorina F_1)。1942年C.奥尔巴赫(Auerbach)用芥子气在果蝇上诱导出像X射线能产生的各种突变，这是利用化学药剂诱发突变的开始。1943年F.约克斯(Oehlkers)用马来糖(urethane脲烷)诱发出月见草、百合、风玲草染色体畸变。1948年古斯塔夫逊用芥子气诱发获得大麦突变体。1957年A.绥贝(Scheibe)用已基脲烷处理育成了缺少苦味素的野木樨品系。1967年R. A.尼兰(Nilan)用硫酸二已酯(DES)处理育成了高产、矮秆抗倒伏的大麦品种柳塞尔(Luther)。

50年代以后，随着科学技术的发展诱变育种有了新的发展。1950年育成珍珠豆的新品种尤尼维尔(Univeral)和白芥菜新品种斯瓦洛夫·普雷米克斯(Svalof's Premex)。60年代末期，美国用热中子诱变育成了用杂交方法未获成功的抗枯萎病的薄荷品种玛里·米奇姆(Marray Mifcham)；印度育成特早熟蓖麻品种阿隆纳(NPA-I-Aruna)，生育期由270天缩短到120天；日本育成蛋白质含量提高一倍。成熟期缩短60天的水稻突变系。70年代以来诱变育种迅速发展。据国际原子能机构(International Atomic Energy Agency) 1985年统计，世界各国通过诱变育成的品种共500多个，包括谷类、豆类、果树、蔬菜、林木、饲料作物和观赏植物共88种，同时获得大量有价值的种质资源材料。

根据文献记载，中国在宋朝宣和年间(1119～1125年)就有用药物处理牡丹的根，诱发花色改变。而现代的诱变育种始于50年代后期，70年代以来诱变育种的作物由稻、麦、棉花、油料等扩大到果树、蔬菜、林木、饲料、桑、茶、麻、糖、药用等作物以及观赏植物。育成品种的数量和种植面积逐年增加。据1985年统计，全国诱变育成了19种植物的品种为194个。种植面积在800万公顷以上。例如比原品种早熟45天的水稻品种原丰早；丰产、适应性广的浙辐802；优良小麦品种山农辐63、鄂麦6号；玉米单交种鲁原单4号；大豆品种铁丰18号、黑农26号；结铃性好、丰产、适应性广的棉花品种鲁棉1号。通过诱变还育成一大批早熟、矮秆、抗病、抗逆、优质的突变体，以及有实用价值的水稻、小麦等作物染色体易位系。

展望 由于诱变育种具有突变频率高、易于打破基因连锁和克服杂交不亲和性等特点，在植物遗传育种中把这种育种手段与杂交育种、杂种优势利用等相结合，诱发突变与生物技术相结合，必将进一步提高创造新种质、新品种的效果。诱变育种的对象也将不限于禾谷类、豆类等主要农作物，逐步扩大到经济价值较高的作物中。如生育期长、并具有高度杂合性的无性繁殖作物(包括多年生果木、观赏植物等)，有杂交障碍多、杂交育种比较困难、易于利用不定芽技术等特点，通过诱变育种进行改良有着很大的潜力，可能会成为这类作物品种改良的重要途径。

由诱发产生的有益突变频率较低，迄今提高甚微；难以人为的有效控制变异的方向和性质，诱变效果往往不理想；鉴定诱发数量性状的微突变比较困难的。因此，诱变育种的方法技术还要不断改进。随着科学技术的发展，新的测试手段和突变体的鉴定筛选方法逐趋完善，从而不断提高诱变育种的科学水平。

但这些变化一般不遗传。因此一般在M_1不进行选择，而以单穗（或单铃等）、单株或以处理为单位收获后繁殖M_2。M_2是辐射后代变异最大的世代，是选择的关键世代。由辐射诱发的变异，虽多数是对人类不利的，但也能出现生育期缩短，矮秆的优良株型，抗病、抗虫、抗逆，改进品质的有益变异，其变异频率为0.1～0.2%。可以根据育种目标及变异性状的遗传特点选择优良单株。M_3以后，随着世代的推移，性状分离减少。有些突变性状一经获得即可迅速稳定。经过几个世代的选育就能得到稳定的优良突变系。再经过品系鉴定、产量比较、区域试验、繁殖种子和生产试种等一系列育种程序，育成新品种。具有某些优良性状的突变系，还可用作杂交亲本间接利用。 （王琳清）

俞启葆（1910～1975） 农学家、著名棉花专家。1910年5月生于江苏省昆山县。1930～1935年，就读于中央大学农学院。1940年任中央农业实验所技正、陕西棉花改进所督导。1945年赴美国考察棉花科研与生产，并在康奈尔大学克乃其研究所从事研究工作。中华人民共和国成立以来，先后任西北农业科学研究所所长、中国农业科学院陕西分院副院长、陕西省科学技术协会副主席、国家科学技术委员会农业组成员等职。



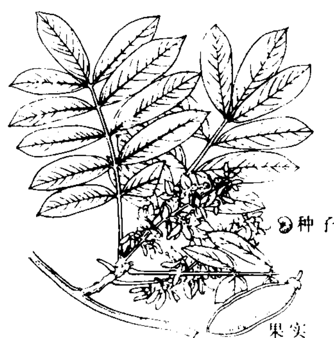
俞启葆对棉花研究造诣深，曾育成优良新种鸡脚德字棉，指导选育成功高产品种泾斯棉，对亚洲棉的遗传、陆地棉与海岛棉杂种优势利用，均有深入研究。参与主持全国棉花枯、黄萎病防治协作和棉花抗病育种研究，为提高中国棉花产量和品质作出了贡献。在国内外发表的主要论著有"中棉遗传研究"、"中棉黄苗致死及其连锁性状之遗传研究"、"亚洲棉三个绿化突变的遗传行为"、"棉花自然杂交研究方法之讨论"、"西北区农业增产的潜力"等。

俞启葆知识面宽，研究领域广，对农作物栽培、植保、育种以及农业经济、科研管理均有研究，且成绩显著。 （马丰振）

鱼藤（derris or tuba root） 豆科鱼藤属中的一种，学名*Derris ellipitica* Benth.，常绿藤本植物。野生分布于亚洲的热带地区。热带各地作为杀虫剂原料作物栽培。

鱼藤根中含有杀虫功能的主要成分为鱼藤酮，还有鱼藤毒、灰毛豆精和毒灰叶酚等。鱼藤可制成粉剂、乳剂，可与硫磺合剂、除虫菊乳剂等混合使用，对昆虫主要起触杀剂作用，也有胃毒剂和忌避剂的效果，它的毒力主要是麻痹昆虫的呼吸中枢和血管运动神经中枢。对蚜虫、鳞翅目幼虫、甲虫的幼虫、狗蚤、牛蝇等都有疗效，并可以用于治疗人体疥癣。鱼藤酮虽然是迟效性杀虫剂，但因其有特效，20世纪中一度曾与尼古丁、除虫菊酯并列为三大植物性杀虫剂进入国际市场。因为它对冷血动物有强毒性而对人畜无害，对作物也完全不发生药害而受到欢迎。人们利用鱼藤和鱼藤属植物鲜根在水中捣碎，用其乳液来毒鱼已有数世纪之久的历史。但20世纪下半叶由于合成杀虫剂提供了高效而廉价的产品，鱼藤逐渐被淘汰，其栽培随之衰落。

藤蔓长可达20米，匍匐于地面；嫩枝、叶柄及花序被有锈褐色毛茸；奇数羽状复叶互生，有长叶柄而缺托叶，叶长达30厘米以上，小叶7～13片，长倒卵形，背面粉白色；蝶形花深红色，腋生成总状花序；荚果扁平，长椭圆形，有狭翼，内含种子1～4个（见图）。



鱼藤

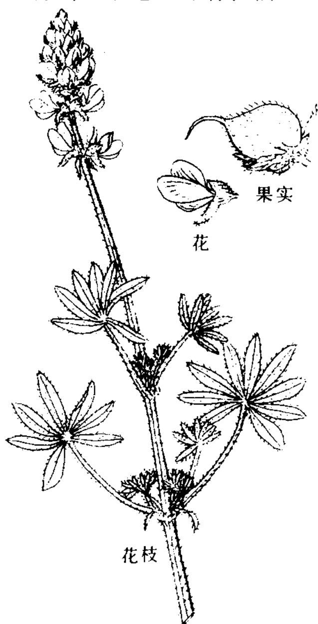
另有一种马六甲鱼藤*D. malaccensis* Prain.，枝干直立，藤较短，小叶椭圆形，5～9片，根中有效成分含量较低。野生于太平洋热带海滨的三叶鱼藤*D. trifoliata* Lour.毒力也较弱。近缘植物中含有同样成分的还有中国台湾野生的台湾崖豆藤*Millettia taiwaniana* Hayata和美洲产的一些同科的植物。

鱼藤适宜栽培于高温多湿的热带气候。气温要求在20℃以上而各月相差不大。以平坦肥沃，排水良好的砂质土或腐殖质土最宜，不适于酸性和重粘土，忌连作。扦插繁殖，用木质化的茎蔓切成长20厘米带有2个芽的插穗，斜插于苗床，加帘遮荫。1.5～2.5个月后将生根苗移植于本田。在台湾每公顷约栽2 330株。管理中注意施肥和除草。定植后约经24个月即可收获。收获宜在生长旺盛、根部有效成分含量最高时进行。粗细不同根中有效成分含量差异很大。直径在6毫米以下的根中含量最高，12毫米以上的含量仅及细根的一半。鲜根经充分干燥，含水分在12%以下后贮藏。根的干燥后得率约为40%。干根产量每公顷350～1 700

千克不等。（张宇和）

羽扇豆（lupine） 豆科羽扇豆属植物的总称，学名 *Lupinus* L.，多为一年生或多年生草本。它的种类很多，约有数百个种，植株有的有苦味并含有毒素，可用作绿肥。无毒质的品种，茎、叶和种子也可作牲畜饲料。分布在欧洲及地中海沿岸一带，苏联、荷兰、比利时、美国、德国、澳大利亚等国栽培较多。中国已在部分地区在引种试种，但尚未在生产上得到应用。

自花授粉植物，根系强大，深入土中，但侧根很少，茎直立，多分枝。全株密生细毛，叶有长柄，成掌状复叶，小叶7～9片，狭长圆形，顶端尖锐或钝，基部较狭。梢头抽花柄，着生许多鲜艳的蝶形花，排列成总状花序。荚长，含2～6粒种子，种子形状和色泽因品种而异，千粒重125～200克，广泛栽培的主要有三个种：黄羽扇豆（*L. luteus* L.）（见图），是一种不含毒质的牧草，植株不很高，一般70～90厘米，花蓝色，成熟期较早，较耐寒。蓝羽扇豆 *L. angustifolius* L.，又名窄叶羽扇豆，花蓝色，植株比黄羽扇豆高。成熟期中等。白羽扇豆 *L. albus* L.，植株粗壮而较高，一般可达1～1.5米，种子白色，成熟期晚。羽扇豆由于有强大的主根，所以抗旱力较强，能在干旱疏松的沙土上生长，有"沙地植物"之称。并可以从难溶性化合物中摄取矿物营养，尤其利用土壤中难溶性磷的能力较强。耐阴雨，在降雨量极多的地区能生长。耐酸性也强。但不适宜在石灰性和排水不良的土壤上生长。可以忍受0℃的气温，温度在－4℃以下则会冻死。夏季酷热，对它生长不利。鲜草中含干物质17.4%，粗蛋白质3.4%，粗脂肪0.6%，粗纤维4.6%，无氮浸出物7.2%，灰分1.6%。



黄羽扇豆

（杨运生）

育苗（seedling culture） 选择适宜地块培育作物幼苗以备移栽的作业。育苗能协调茬口安排，增加复种；提早播种，调节劳力，集中管理，培育壮苗。多用于水稻、甘薯和某些经济作物的栽培。可分为露地育苗和保护地育苗两类。

露地育苗　外界温度适合秧苗生长时，在室外选择适宜的地块作苗床，不用人工加温与任何保温设备进行育苗。水稻、油菜等可采用。

保护地育苗　用保温设备培育幼苗，如温室育苗、温床育苗、地膜育苗、营养钵（块）育苗、冷床育苗、阳畦育苗、遮荫育苗等。

温室育苗　在寒冷季节应用。温室多用玻璃建成，内有防寒加温设备，人工控制室内温、湿度和光照。室内可搭支架，分层搁置秧盘，如水稻育苗。也有只依靠太阳能来提高室温的日光温室，多在冬季不太冷的地方采用。

温床育苗　在冬季或早春气温较低时，利用马、牛粪和秸秆等酿热物发酵生热，使苗床增温并保持在20～30℃左右，可用作甘薯育苗。

地膜育苗　用一种超薄的塑料薄膜覆盖苗床，以增温或保温。苗床要畦平、沟直、无杂草，播种后先盖一层细土后盖地膜。平时注意管理，遇雨天及时清除膜上积水，晴天膜内温度升至35℃以上时要揭膜通风。移栽前要适当控制温、湿度和通风，使幼苗受到锻炼；若是水稻育秧，畦沟内要保持一定的水层。

营养钵育苗　筛取肥沃土壤，除去杂草残根，加入适量的腐熟厩肥、氮磷化肥和水，制成直径8厘米左右的营养钵。将钵排成宽1.5米、长2米的小区，钵间空隙以细土或沙填满，四周用土封严。在钵内播种育苗，气温低可用塑料薄膜覆盖。此法移苗不伤根，无缓苗现苗，常用于棉花、油菜等的育苗。也可做成宽1.5米、厚10厘米左右的土畦，切成7～8厘米的方格，在格内播种，称为营养块育苗。

冷床育苗　适用于气温不低的季节或耐寒性较强的作物。白天利用阳光提高苗床温度，夜间或天阴变冷时加上覆盖物，保护幼苗安全生长。

阳畦育苗　是常见的一种冷床育苗法。中国北方的阳畦长6～7米、宽1.5米左右，四周用土墙围起，前壁高30～50厘米，后壁高50～60厘米，北边设避风障，夜间用芦苇覆盖；南方的阳畦多用细竹或竹片做成拱形小棚架，上盖塑料薄膜，将膜的北边一端压入土层以防风，南边一端可随时揭开通气。

遮荫育苗　高温季节利用荫棚遮盖苗床培育幼苗。苗床东西向，用竹帘、芦帘做遮荫物。播种后用遮荫物覆盖土面，以利种子萌发；出苗后搭架遮荫，高1米左右，有利幼苗生长。移栽前逐渐减少遮荫时间直至不遮荫进行炼苗。

不论露地育苗或保护地育苗，都要加强苗期病虫害和杂草的防治。（汪润年）

育种程序（breeding procedure） 利用各种育种途径改良或创造新品种所经历的工作过程。由

若干循序进行的工作环节和与之相应的试验圃所组成。一般育种程序除引种外主要包括发现或创造变异、选择与鉴定变异、新品系的产量比较三个主要环节。

引种程序简单，是将引进材料中表现较好的一些品种进行由初级至高级的产量比较试验2～3年，选出若干有可能为生产利用的品种送交**区域试验**。

选择育种程序依选择方法而异。单株选择法程序是在某特定品种中选择所需的株、穗、铃、块茎、块根、枝条等天然变异个体，种成株行（穗行、铃行、无性系）供鉴定评选。自花授粉作物只需经一次选择，常异花授粉作物在控制授粉条件下一般要经一次以上选择，所获品系通过由初级至高级的产量比较试验2～3年，选出符合育种要求的新品种送交区域试验。种植和鉴定个体后裔的试验称**选种圃**。异花授粉作物通过连续自交和单株选择，只能获得优良自交系，可作为杂交种的亲本，不能直接用于生产。混合选择法程序简单，只需将所选个体混合种植成区，同时与原品种进行产量比较试验1～2年，以选出比原品种优越的混选品种。

杂交育种程序，首先通过人工创造变异，然后在杂种分离世代逐代或间接进行选择与鉴定，使控制主要性状的基因由杂合逐步趋于纯合，从而选育出符合育种要求的品系。最后进行由初级至高级的产量比较试验2～3年，以选出若干优良品种送交区域试验。

人工创造新类型的途径有品种间杂交、**远缘杂交**、理化因素诱变、组织培养产生变异等，其中以品种间杂交应用最为普遍。各类育种程序和做法又因繁殖方式和授粉方式不同而有所区别。自花授粉作物的品种为纯合群体，亲本杂交后通过精心选择即可望育成新的纯合品种。其育种程序较为典型和常见。常异花授粉作物可采用类似方法，但需注意每代自交留种。异花授粉作物的品种为杂合群体，一般自交表现不亲和或生长势衰退，两个亲本杂交后在控制授粉条件下通过混合选择或轮回选择可以育成新的杂合品种。其育种程序与混合选择相同或类似，但加上个体选择、配合力鉴定、随机互交相结合、轮复一轮循序前进逐步提高群体素质的**轮回选择**程序。也可将若干优良系统混合或混合后继以混合选择，进而组成具有一定杂种优势的综合品种。无性繁殖作物的品种为异质和杂合的无性系，杂交后即可在杂种一代的无性繁殖后代中选育出新的、具有一定杂种优势的优良品种，其育种程序与单株选择法类似。不论何种类型的作物群体，采用何种杂交育种方法，其工作内容不外是创造优良变异、选择与稳定变异、产量与品质鉴定三个环节，并根据这三个环节的需要，相应设置不同的试验圃。各田依其种植的材料性质、工作特点及目标任务组成既相互区分又联为整体的育种程序。一般设立原始材料圃，包括征集圃、筛选圃、亲本圃，作为开展育种工作的素材；选种圃种植杂种及其分离后代用于选择和稳定变异；产量比较试验用于评价新育成品系（群体）的产量、品质及其综合性状水平，由初级至高级区分为鉴定圃、预试圃和品种比较试验。在产量比较试验同时，还需设立种子区和新品种繁殖区，并择优参加区域试验、生产试验等。

育种程序的安排十分灵活，依作物种类、育种材料和方法、地区特点、育种目标以及从事育种的人力、物力、土地和设备条件等而异。育种工作者的策略思想、技巧经验和习惯不同也在相当程度上影响到育种程序的具体做法，可以说是因人因地制宜而不拘一格。此外，还与国家市场对品种表型一致性的要求有关。对一致性要求高的，选择次数增多，世代拉长。而要求不太高的则在杂种后代中进行一两次选择即可育成品种。国内外都在积极利用温室或异地条件加速世代进程，缩短育种年限，各地制订育种程序的细节时就更为多样化了。但万变不离其宗，基本原理和方法还是共通的。最后育成的新品种（组合）包括杂交种的亲本自交系、品系或品种群体，必须达到符合生产上要求的一致性和稳定性，在主要性状上不能有较明显的变异。经繁殖或制种后能产生与原品种或杂交种相同的群体，在增产、增收上发挥新品种的应有作用。

（张树榛）

《育种学杂志》（*Japanese Journal of Breeding*） 日本育种学会刊物。创于1951年，至1985年已出版35卷，原为双月刊，1976年改为季刊，16开本。东京大学农学部出版。

该刊除登载作物育种和遗传的研究论文及其基础理论外，还设资料、育种通讯、简报、会报等专栏。以日文和英文两种文字发表，分别附以英文或日文摘要。还报道国外遗传、育种的研究动态及发展趋势。其中：简报专栏，是在某项研究工作尚未完成，因为有新的发现或进展，由研究者用英文写成简短报道；资料专栏，报道农作物新品种，总结研究成果，介绍研究方法和新技术；会报专栏，刊登育种学会及其它有关学会组织的各种学术活动。育种学会每年举行春、秋两次讲演会的论文题目也以讲演会纪事的专栏在该刊发表。

（凌忠专）

玉米（maize or corn） 禾本科玉米属植物，学名 *Zea mays* L.，株形高大，叶片宽长，雌雄花同株异位，雄花序长在植株的顶部，雌花序（穗）着生在中上部叶腋间，为异花（株）授粉的一年生作物。中国旧称玉蜀黍，还有苞米、棒子、玉茭、苞谷等俗称。

玉米原产墨西哥和中美洲其他国家，美洲的印第安人栽培玉米的历史约计已有四五千年。1492年哥伦布发现美洲后，将玉米带回欧洲，随即传遍世界各地。

玉米引入中国栽培的历史仅有四百多年，据万国鼎考证，安徽省北部颍州在1511年(明代)刊印的《颍州志》上最先记载了玉米。1573年田艺衡著的《留青日札》中也有玉米方面的记载。1578年李时珍著《本草纲目》中有"玉蜀黍种出西土"之句，对玉米作了形态描述。玉米传入中国的途径，有两种说法：一说是由陆路传入，即从欧洲到非洲，再经印度到西藏，然后进入四川；另外一路是从麦加经中亚而到新疆，再传进内地。第二种说法是由海路先传到中国沿海各省，再逐渐向内地传开。当时葡萄牙商船在中国沿海活动频繁，玉米由海路传入的可能性较大。

用途　玉米用途较为广泛，籽粒不仅是主要粮食，还是多种轻工业产品的原料。茎、叶、穗和籽粒又是畜牧业不可缺少的优质饲料。

玉米籽粒中含有70～75%的淀粉，10%左右的蛋白质，4～5%的脂肪，2%左右的多种维生素。籽粒中的蛋白质、脂肪、维生素A、维生素B_1、维生素B_2含量均比稻米多。亚洲、非洲、拉丁美洲的一些国家，玉米为主要粮食。玉米在中国粮食中的地位，仅次于稻米和小麦。从籽粒中提取的淀粉可加工为各种食品，尤其是由膨化玉米制作的食品，质地疏松柔软，营养价值和消化率高。

以玉米为原料制成的加工产品有500种以上。玉米淀粉既可以直接作为食用，还可经深加工成各种糖类，如葡萄糖、高果糖浆以及酒精、醋酸、丙酮、丁醇等多种化工产品。玉米淀粉还可用于纺织、造纸、医药、酿酒等工业。胚部所含脂肪占籽粒含油量的85%以上。从胚部提取的玉米油，经过精炼，成为优质的食用油，并能再加工制成人造黄油。粗油则用于制造肥皂、油漆涂料、滑润剂等。

玉米籽粒含热量很高，每100克籽粒中约有365千卡的热能，比高粱、大麦、燕麦高；可消化性也好，是发展畜禽养殖业的重要精饲料。但玉米籽粒中的赖氨酸和色氨酸含量不足，通常需要在饲料中添加优质蛋白，如大豆粉、鱼粉等作为补充。还可以通过育种途径，选育高赖氨酸玉米品种，以改善玉米的营养品质。青绿玉米的茎、叶和果穗是良好的青饲料和青贮饲料。

特殊类型的玉米有各种不同用途，如甜玉米和超甜玉米的青嫩果穗可鲜食，或冷冻贮存，或加工制成罐头食品。糯玉米除作鲜食外，常用于制糕点或酿酒。爆裂玉米可加工为玉米爆花食品。

分布和生产　玉米分布于58°N～40°S之间的温带、亚热带和热带地区。既能在低于海平面的里海平原生长，又能在海拔3 500米左右的安第斯山一带种植。人们在长期生产和科研实践中，选出了适合各种生态环境条件的玉米类型和品种，玉米分布之广是其它栽培作物不可比拟的。在全世界范围内，玉米的种植面积仅次于小麦和水稻，居栽培作物第三位；籽粒的总产量次于小麦，居第二位；单位面积产量则居谷类作物之首位。

20世纪70年代以来，世界玉米生产的总面积基本稳定，以北美洲为最大，其次是亚洲、非洲、南美洲和欧洲，大洋洲面积最小。1983年，世界玉米种植面积12 962.7万公顷，总产为44 925.5万吨，平均单产为3 466千克/公顷。玉米种植面积超过100万公顷的国家有21个(见表1)。面积最大、总产最高的国家是美国，分别占全世界的22.4%和43.3%；其次是中国，面积和总产分别占全世界的14.6%和15.2%；第三位是巴西，面积和总产分别占全世界的9.4%和4.7%。在这些国家中，平均单产居前五名的依次是：美国、法国、加拿大、匈牙利和南斯拉夫。

表1　1983年世界主产玉米国家生产情况

国　家	面　积 (kha)	总　产 (kt)	单　产 (kg/ha)
美　国	29 062	194 475	6 692
中　国	18 824	68 190	3 623
巴　西	12 204	21 174	1 735
墨西哥	8 864	14 050	1 585
印　度	6 000	7 750	1 292
南　非	3 953	4 440	1 123
苏　联	3 919	13 000	3 317
菲律宾	3 405	3 400	999
阿根廷	3 025	9 500	3 141
罗马尼亚	2 950	13 000	4 407
印度尼西亚	2 500	4 000	1 600
南斯拉夫	2 360	11 265	4 773
尼日利亚	1 975	1 600	810
法　国	1 723	10 321	5 990
泰　国	1 660	4 150	2 500
津巴布韦	1 582	1 501	949
坦桑尼亚	1 250	1 131	905
加拿大	1 192	7 024	5 894
匈牙利	1 160	6 700	5 776
马拉维	1 136	1 400	1 232
肯尼亚	1 100	1 275	1 159
总　计	129 627	449 255	3 466

资料来源：1984 FAO Production Year book, Vol.38. 本表只列入玉米种植面积在100万公顷以上的国家，排列以面积大小为序。

中国玉米生产因受供求情况和气候条件的影响，不够稳定。从1983～1985年三年平均数来看玉米种植面积超过50万公顷的有11个省(见表2)，比50年代有了很大的发展。这三年的平均种植面积比1949～1958年10年的平均数扩大了1/3，单产提高了1.9倍，总产增加了近2.9倍。

中国是一年四季都有玉米生长的国家。北起黑龙江省的讷河，南到海南省，都有玉米种植。栽培玉米的主要产区是从东北到华北再斜向西南的狭长地带。

表 2　1983～1985年中国玉米主产省平均生产情况

省　份	面　积 (kha)	总　产 (kt)	单　产 (kg/ha)
山　东	2 116	9 175	4 335
河　北	1 856	6 700	3 608
吉　林	1 750	9 460	5 408
黑 龙 江	1 713	5 060	2 955
四　川	1 655	5 975	3 608
河　南	1 651	5 635	3 413
辽　宁	1 216	6 335	5 205
云　南	971	2 640	2 715
陕　西	949	2 975	3 135
贵　州	638	1 950	3 053
山　西	563	2 195	3 900
全国总计	18 357	68 480	3 735

资料来源：1984、1985、1986《中国农业年鉴》。本表只列入了玉米种植面积50万公顷以上的省。

春播和夏播玉米的种植面积较大，秋、冬播者很少。由南向北，春玉米播种期从2月中旬至5月中旬；成熟期从6月中旬至9月下旬，全年九个月都有从事春玉米的作业。由北向南，夏玉米播种期从5月下旬至8月上旬；成熟期从8月下旬至10月下旬，夏玉米的种收工作集中在夏秋五个月内。全国玉米可分为六个种植区：

北方春播玉米区　以东北3省、内蒙古和宁夏为主，其次为河北、陕西的北部，山西的大部和甘肃的一部分地区。吉林和黑龙江省是中国的玉米商品粮基地。该区一年一熟，80年代以来，玉米种植面积稳定在650多万公顷，占全国36%左右；总产2 700多万吨，占全国的40%左右。

黄淮海平原夏播玉米区　以山东和河南为主，其次为河北的中部、南部，山西南部，陕西中部，江苏和安徽的北部地区，是中国夏播玉米的集中产区，一般实行冬小麦和玉米的复种或套种的二熟制。80年代以来，该区玉米种植面积约600多万公顷，约占全国32%；总产约2 200万吨，占全国34%左右。

西南山地玉米区　以四川、云南和贵州为主，广西西部和湖南、陕西南部丘陵地区也有种植。该区多丘陵山地和高原，立体农业的特点较为明显，出现了同一地区一年一熟、二熟和三熟并存的种植制度。玉米与其它作物间、套种方式较为普遍。该区玉米面积约占全国的22%；总产占18%左右。

南方丘陵玉米区　以广东、福建、台湾、浙江和江西为主，还有江苏和安徽两省的南部以及广西、湖南和湖北的东部。玉米多为三熟制中的第三茬作物，主要秋播或冬播。玉米种植面积为全国的6%，总产不足5%。

西北灌溉玉米区　新疆维吾尔自治区和甘肃省一部分地区。大陆性干燥气候，一年一熟的春玉米，主要靠灌溉。种植面积约占全国的3.5%，总产约占3%。

青藏高原玉米区　青海省和西藏自治区海拔高，地形复杂，河谷低地降雨量较多，可种一季玉米。但多为零星分布，该区玉米的种植面积及总产，都不足全国的百分之一。

贸易　玉米在国际贸易上是重要的商品之一。70年代期间，国际市场上玉米出口数量稳定增长。1970年世界玉米出口量为2 943.2万吨，占世界玉米总产量的11%。1980年增长到7 977.9万吨，占世界玉米总产量的20%。此后市场贸易时有波动，到1985年出口量降为6 780万吨。出口玉米最多的国家是美国，1985年美国出口玉米约占世界玉米出口总量的60%左右，垄断了国际玉米贸易市场。其它玉米出口国有阿根廷、法国、泰国等。进口玉米最多的国家是苏联和日本，主要是作饲料和工业原料。1985年这两个国家进口玉米量占世界总进口量的50%左右。

中国从70年代起，每年都进口少量玉米，到1984年，开始有少量出口，1985年出口量有所增长。此外，中国的甜玉米加工产品，1984年也开始在国际市场上销售，并有扩大的趋势。

形态特征

根　须根系，由胚根和节根组成。发芽时，先后从种胚上长出一条主胚根和4～6条侧胚根。这些初生根系成为4～5叶幼苗生长的主要根系。节根长在植株基部的茎节上，每节环生一层节根。在地表下长的节根，称地下节根，亦称次生根系；近地面上长的节根，称气生根（亦称支持根、支柱根）。一般地下节根有5～7层，多者可达8～9层，因品种、土壤、水肥条件而异。下位节每节长4～5条节根，上位节每节根数，随节位的升高而增多。气生根粗壮坚韧，表皮角质化，一般每株长2～3层气生根，湿度大时可达4～5层。有时高位节上生长的气生根离地面远，不能入土，能入土的气生根除具有支持植株、防止倒伏作用外，也能分枝，并有吸收养分的功能。每株玉米有80%的根量是分布在地表下0～30厘米的土层内，但少数根量入土最大深度可达2米以上。

茎　茎秆由节和节间组成，内部多汁，髓部疏松。节数随品种而异，通常有14～25节，每节着生一片叶。基部4～5节的节间很短，一般很少伸长。拔节时，第4～5节以上各节间的伸长顺序，是从下向上依次伸长。到雄穗开花时，茎节不再增长，此时株高达最大高度。株高因品种和栽培条件而不同。一般品种高2～2.5米，高秆型品种高达3米以上，矮秆型品种株高在2米以下。茎秆除最上位的4～5节外，各节的叶腋中均着生一个腋芽，基部的腋芽可能发育为分蘖，中部的腋芽形成雌穗原基，其中多数停止发育，只有最上位的1～2个腋芽，继续发育形成雌穗，经受精结粒后长成果穗。玉米果穗多数是长在植株从上向下数第6～8的节位上。

单秆多穗型品种，一株可能结2～3个果穗，分别长在不同的节位上。

叶　长在茎节上，呈互生排列。叶分叶片、叶鞘和叶舌3部分。单株叶片数因品种不同而异，多数情况是早熟品种14～17片，中熟品种18～20片，晚熟品种21～25片或更多。叶鞘肥厚坚韧，紧包茎秆，起保护作用。在叶片基部和叶鞘交接处，有一无色薄膜的叶舌，紧贴茎秆，以防雨水和病菌侵入茎秆内侧(图1)。



图1　玉米植株

雌、雄穗　玉米是雌雄同株异位，雄花先熟、异花(株)授粉的作物。雄穗俗称天花，为圆锥花序，雌穗为肉穗花序。异花(株)授粉的玉米是指果穗上有95%以上的籽粒接受其它植株的花粉而结成的。

雄穗有主轴和分枝，它们均着生数行，成对排列的雄小穗，每对小穗一为有柄，位于上方，一为无柄，位于下方。每个雄小穗有两片护颖，内中长有两朵雄小花，每花由内颖、外颖和3枚雄蕊组成。雄蕊花丝顶端着生花药(图2)。花药成熟时，散出大量的花粉粒，靠风力进行异花传粉。

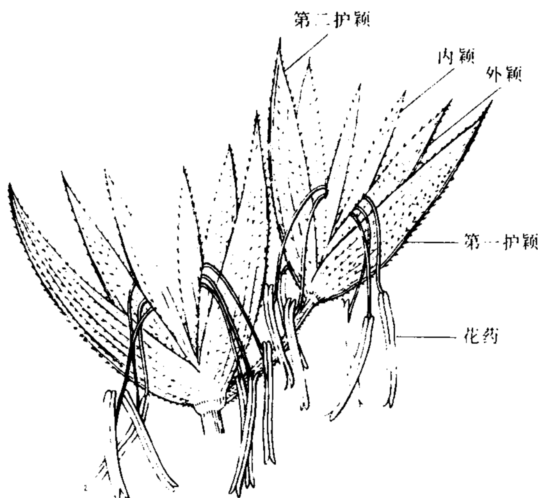


图2　玉米雄花序的成对小穗

雌穗长在穗柄的顶端。穗柄有许多密集的节，每节长一片苞叶，整个雌穗由若干片苞叶包住。雌穗中心为穗轴，其周围生长纵向排列的成对雌小穗，每个雌小穗有两个颖片，内长两朵花，一是退化花，只有内、外颖，不结粒；另一个是结实花，有内、外颖和雌蕊。雌蕊由子房和花丝组成(图3)。花丝上长满茸毛并分泌粘液，有粘着花粉粒的作用。由于雌小穗是成对生长的，每一小穗中仅有一朵花能结粒，所以果穗上籽粒行数总是成双数的。多数品种粒行数8～20行不等。

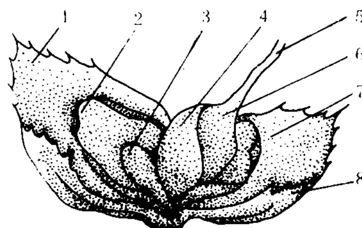


图3　玉米雌小穗

1. 第一颖片；2. 退化花的外颖；3. 退化花的内颖；4. 结实花的内颖；5. 花丝；6. 子房；7. 结实花的外颖；8. 第二颖片

籽粒　实际是果实，植物学上称颖果，生产习惯称为种子。包括果皮、种皮、胚和胚乳，但果皮和种皮紧密连结，不易分开。胚乳分糊粉层和淀粉层。籽粒因品种不同有黄、白、紫红、条斑等色，最外一层果皮通常是透明无色的，只有少数品种是紫红或条斑色，糊粉层有紫、红和白色等；淀粉层只有黄与白的差别，这些色泽都是遗传特性。胚位于籽粒基部一侧，占籽粒总重的10～15%，胚乳占80～85%，果皮和种皮占6～8%。籽粒形状、大小和透明度等随品种类型而不同，如马齿型品种粒大，扁平近长方形；硬粒型品种粒小，近于圆形，透明度好。

生长发育　玉米是喜温短日照作物。从种子萌动发芽到新种子成熟，全生育期需90～150天。一般晚熟品种，因播种期早，生长前期温度偏低，生育期偏长；反之则短。中国的早熟品种生育期90～100天，多春播。光照长短和光谱成分，对玉米生长发育有密切关系。短日照(每天日照在12小时以下)可促进玉米的生长发育，使生育期缩短；长日照(每天日照在12小时以上)植株长得高大，生育期延长，甚至不能抽穗成熟。光谱成分影响玉米的结实器官，雌穗在蓝色光、白色光中发育加快，在红色光、橙色光中发育迟缓。而雄穗在红色光中发育不减慢。在绿色光中整个植株生长发育都极为缓慢。玉米全生育期可分为苗期(播种至拔节)、穗期(拔节至抽穗)、花粒期(抽穗至成熟)3个生育时期，各时期有不同的发育特点。

苗期　从发芽开始，经出苗，生根，茎叶形成等

的过程。中国北部地区4月中下旬至5月上旬播种的春玉米，需12～15天出苗，约在6月上中旬拔节。夏播玉米5月下旬至6月中下旬播种，一般5～6天后出苗，至7月上中旬拔节。拔节开始时，植株的茎节数和叶片数已全部分化完成，基部茎节总长3～4厘米。此时地下部已有3～4层节根，总根数约20条左右。这时期的生长特点是以根系生长为主，根的生长量比地上部茎叶大。根的干物重增长量比茎叶的干物重多1～1.5倍。苗期茎和叶相比，叶的生长比茎快。

穗期　春播玉米抽穗期在7月中下旬，夏播玉米在8月中下旬，依品种、地区、播种期和栽培条件的不同而异。这时期的生育特点是既有根、茎、叶的旺盛生长，又有内部雌、雄穗的快速分化，是营养器官与生殖器官同时旺长的时期。抽穗期所有节根和气生根已全部长出，形成一庞大的根系网，以适应地上部生长的需要。拔节初期，茎的生长较慢，随后渐快。到了抽穗前10～15天基部节间都已伸长，只植株冠部有5～6片未完全伸展开的叶，密集重叠在一起，使冠层形成喇叭口状，俗称大喇叭口时期。此时茎的生长加快，每昼夜可增长7～8厘米，多的超过10厘米。抽穗开花期，茎秆已达到最大高度。拔节开始后，叶的生长逐渐加快。在苗期出现一片叶需3～4天，拔节期只需2天，到大喇叭口期仅需1.5天。这时的单株叶面积也迅速扩大，比苗期大了5～10倍，到抽穗吐丝时达到最大值。拔节开始时，雌、雄穗原基先后分化。穗分化依生长锥伸长、小穗分化、小花分化和性器官形成的顺序进行。通常雄穗开始分化比雌穗早8～10天。

花粒期　玉米经抽穗、吐丝、开花散粉和受精等过程后，就转入到以籽粒生长和成熟为主的阶段。通常是雄穗先出，隔5～7天后雌穗吐丝时，雄穗正开花散粉。一般春玉米约在8月下旬至9月中下旬成熟，夏玉米在9月下旬至10月上旬成熟。雌穗从受精到成熟要经过籽粒形成、乳熟、蜡熟和完熟等时期。随着成熟度的进展，籽粒的含水量和干物重发生显著变化。在籽粒形成初期，含水量多达80%以上。随后灌浆强度逐渐加大，籽粒干物重迅速增加。在授粉后15～35天以内，粒重可达到成熟籽粒重的70～80%以上。乳熟前期，胚乳呈乳浆状，末期变成糊状，含水量降到40%左右。授粉35天以后，籽粒进入蜡熟期，胚乳由糊状变为蜡质状，含水量降到40%以下。以后籽粒中干物质继续增加并进一步脱水，当籽粒含水量降到25～20%时，籽粒随着变硬，逐步呈现出品种籽粒固有的特征。同时苞叶变成黄白色，达到生理上成熟的完熟期。

适应的环境条件　熟土层深厚、有机质丰富、结构疏松、保水保肥能力较强的土壤，土壤酸碱度以pH值6～8为宜；种子最适宜的发芽温度为28～35℃；在6～7℃下虽也能发芽，但非常缓慢。通常在5～10厘米土层的温度稳定在10℃以上时，便可播种春玉米。春玉米苗期生长慢、植株小，需要水分不多，田间持水量在60%左右为宜。这样有利于玉米蹲苗，可促进根系向土壤深层发展，增强植株吸收养分和抗倒伏的能力。夏玉米幼苗初期如遇多雨，洼地积水或土壤水分达到饱和时，小苗容易发生“芽涝”，应及时排水。幼苗对磷素的反应很敏感，缺磷时叶片发红，根系发育不良，尤其在4～5叶期更为明显。拔节至抽穗阶段，玉米进入旺盛生长时期，此时温度高，水肥足，可促进茎叶伸长，加速穗分化进程。特别是在抽雄前10～15天，环境条件对玉米生长影响最大。此时如遇干旱（相对湿度接近30%）并伴随高温（32～35℃）天气，对抽穗、吐丝和授粉极为不利，会发生所谓“卡脖旱”现象。因此，抽穗前10～15天和抽穗后20天，是玉米一生对环境条件的反应极为敏感的关键时期。此期田间持水量需保持在70～80%之间，并有足够的土壤养分，尤其是氮素营养要充足（见**玉米灌溉**和**玉米施肥**）。乳熟期间要求有适当高的温度（20～24℃）和充足的土壤水分（70%），并避免后期脱肥，使植株不致于过早枯黄衰老。灌浆期间则需降温缓慢，日夜温差大，以利于淀粉的积累，达到籽粒饱满。成熟前如遇低温冷害，将大大影响籽粒形成，降低产量。

参考书目

山东农业科学院主编：《中国玉米栽培学》，上海科学技术出版社，上海，1986。

Jugenheimer, R. W., *Corn and Corn Improvement, Seed Production and Uses*, John Wiley & Sons, Inc., 1976.

（郑长庚　吴景锋）

玉米病害 (maize diseases)

受寄生物的侵袭或某些不良环境因素的影响，使玉米植株发生病变，生长发育不正常，导致产量降低、品质变劣的现象。在世界范围内，已知由真菌、细菌、线虫、病毒和类菌质体等寄生物引起的玉米病害有100种以上，每年造成的产量损失估计在10%左右。中国各地经常发生的玉米重要病害有下列8种。

大斑病　一种世界性的真菌病害，主要侵染玉米的叶片，严重时也能为害苞叶和叶鞘。只要温度和湿度适宜，可在玉米的任何生长阶段侵害株体。初发病时呈现灰绿色、水渍状的小斑点，然后沿叶脉迅速扩大，形成黄褐色或灰褐色的大梭斑。病斑的中间颜色较浅，边缘较深。病斑一般长5～10厘米，宽1～2厘米，最大的病斑长达20厘米以上，宽可达3厘米以上。当田间湿度较高时，病斑表面密生一层黑色的霉状物，即病菌的分生孢子梗和分生孢子。发病严重时，病斑能汇合连片，或布满全叶，使植株过早枯死。受害重的植株根部腐烂，果穗松软而倒挂，籽粒干瘪细小。大斑病严重危害的玉米田，减产可达1～3成左右。

大斑病菌是长蠕孢菌 *Helminthosporium turcicum*，属于半知菌。常以菌丝或分生孢子在病残组织内外越冬。次年由越冬菌丝体上长出新的分生孢子作为菌源，靠风力、雨水和气流传播，侵害玉米植株。当病菌量大而种植的玉米又是感病品种时，大斑病的发展主要决定于温度和湿度。发病适温在20～25℃之间，超过28℃时，对病害有抑制作用。中国北方各地6、7、8三个月的气温大多处于发病适温范围内，因此这三个月的降雨天数和降雨量是造成大斑病流行的决定性因素。

大斑病菌具有明显的生理分化现象。已知有两个生理小种，1号生理小种广泛分布于世界各地，对含有Ht 1基因的玉米是无毒力的，即在侵染后的叶片上，只呈现褪绿斑点，不形成孢子。而2号生理小种对含有Ht 1基因的玉米有毒力，侵染后能生成萎蔫斑，并产生大量孢子；但对含有Ht 2基因的玉米则是无毒力的。2号生理小种首先是在美国夏威夷发现的，1983年中国辽宁省也有报道。

小斑病　一种世界性的真菌病害，各国均有不同程度的发生。1970年，美国由于广泛利用T型细胞质雄性不育系制成的玉米杂交种，造成小斑病大流行，损失玉米165亿千克，占全国总产量的15%，因而震动了全世界。在中国，小斑病早有发生，但到了60年代才对玉米生产造成威胁。玉米从幼苗到成株均能受小斑病的侵害，病斑主要集中在叶片上，偶尔也在叶鞘、苞叶、果穗上出现。一般先从下部叶片开始，逐渐向上蔓延。病斑初期呈水渍状，以后变为黄褐色或红褐色，边缘的色泽较深，呈椭圆、近圆或长圆形。病斑一般长1～1.5厘米，宽0.3～0.4厘米，其大小、形状和颜色因品种不同而异。有时在病斑上尚可见到2～3个同心轮纹。当气温达到25℃以上，只要雨水多，湿度大，这些病斑就能生成大量分生孢子，靠风力和雨水进行再侵染。在春、夏玉米混播地区，春玉米上的病菌孢子可以传到夏玉米田间。由于夏玉米生长期间的雨水较多，所以往往比春玉米发病更重。病菌主要是以菌丝体在病残组织内越冬。

小斑病菌的无性世代是一种长蠕孢菌 *H. maydis* 属于半知菌；它的有性世代是子囊菌 *Cochliobolus heterostrophus*。根据玉米的正常细胞质和雄花不育细胞质在致病反应上的差异，将小斑病菌的生理小种划分为O型和T型两个小种。

圆斑病　是在局部地区发生的一种真菌病害。1959年，中国首次报道了玉米圆斑病的发生，但为害不大。1974年吉林省农安县良种场所种的吉63自交系有70%果穗染上了圆斑病，导致穗粒腐烂。1975年随着感病种子的传播，该病以蔓延到20多个县、市。圆斑病菌为害玉米的叶片、叶鞘、苞叶、果穗和种子。叶片上病斑初呈水渍状小斑，以后扩大成椭圆形或近圆形，一般大小为长0.5～1.5厘米，宽0.3～0.5厘米。病斑中部由草黄色变为淡褐色而干枯，边缘呈褐色或紫褐色，有晕圈。从病菌侵入到病斑形成，一般为1～2天。在玉米生长后期，病菌先侵染苞叶，后向果穗内部蔓延，使籽粒和穗轴变黑腐烂，上面长满一层黑色霉状物，即病菌的分生孢子梗和分生孢子，靠风雨传播，进行再侵染。

玉米圆斑病是由炭色长蠕孢菌 *Helminthosporium carbonum* 寄生引起的，它的有性世代属子囊菌 *C. carbonum*。根据玉米病斑的反应型，可将圆斑病菌分为生理小种1号和2号，中国流行的优势小种是1号。根据抗病性鉴定结果，绝大多数玉米的品种都不发病或发病较轻。防治措施：①种植抗病良种；②控制带菌种子的传播；③配制优良杂交种时，对感病亲本要用粉锈宁等杀菌剂加以保护。

玉米丝黑穗病　是由丝轴黑粉病菌 *Sphacelotheca reiliana* 系统侵染玉米而引起的一种真菌病害。主要分布在冷凉、干旱地带。中国许多春玉米产区，特别是华北、西北、东北和南方冷凉山区的连作玉米地块发病较重。在这些地方，玉米从播种后到7叶期以前都能受到病菌侵染，但往往是在发芽后至出土前从胚芽或胚根处侵入的。病株前期表现出上小下大、矮缩丛生，叶黄条状、顶叶扭曲等特异症状。在抽穗期，病株的雌穗短小，基部大而顶端小，不吐花丝，除苞叶外，整个果(雌)穗变成一个大黑粉包。苞叶一般不易破裂，黑粉不外露。到后期，有些苞叶破裂，散出黑粉。这些黑粉就是病菌的孢子，一般粘结成块，不易飞散。当黑粉飞散后，夹杂的寄主维管束显露出丝状，因而称为丝黑穗病。这是与黑粉病相区别的主要特征之一。病菌以冬孢子散落土内或混入粪肥或附在种子表面越冬。冬孢子在土内能存活2～3年或更长时间，到次年成为侵染玉米的主要菌源，而带菌的种子则是远距离传播病害的重要媒介。推广抗病良种是综合防治的中心环节，如果再配合轮作倒茬，不施带菌粪肥，用粉锈宁等药剂拌种，就能有效地控制此病发展。

黑粉病　遍布全世界玉米产区的真菌病害。病原菌是玉米黑粉菌 *Ustilago maydis*。病菌对玉米为害程度随地区而异，一般减产在10%以上。玉米地上部分具有分生能力的组织，如腋芽、叶片基部、雌穗、雄穗等，均能受到侵染，但发病部分只限于局部。这是区别于丝黑穗病的一个特征。在一般情况下，抽雄以后发病部分迅速增加，有些雄穗的小花就会长出圆形或角状的小病瘤，聚合成瘤块。雄穗主轴和分枝基部也能生出大小不一的病瘤；而雌穗大多在上半部发病，一般只个别小花变成小瘤，其余部分完好结籽。病瘤初呈银白色，有光泽，内部白色，肉质多汁；继而迅速膨大，常冲破苞叶外露，表面变暗，略带浅紫红色，

内部变成灰至黑色，失水后当外膜破裂时，就能散出大量黑粉，即病菌的冬孢子。玉米收获后，冬孢子在土壤中或带病株残体上越冬，成为次年主要的初侵染源；残存在堆肥或厩肥中的冬孢子，也是初侵染源。第二年春天，遇适宜条件，冬孢子就能萌发，产生担孢子。这些担孢子依靠气流和水滴的飞溅而传播到玉米苗上，从气孔、伤口或直接从细胞壁侵入，刺激寄主细胞增生成瘤。

矮花叶病　由矮花叶病毒引起的一种世界性病害。60年代末，中国部分玉米产区开始发生此病，随着感病玉米品种的推广，全国各地都有不同程度的流行。玉米整个生育期均能感染此病，但以幼苗期到抽雄前为多。从病毒侵入到症状出现的潜育期，一般为5～7天。病害的症状因玉米品种不同而有很大差异，一般先从上部叶基开始，向叶尖发展，主要表现为褪色失绿而呈现斑驳花叶。感病早的，矮化明显。据测定，病株减产17～76%，平均在30%左右。在田间，病毒可由蚜虫传播，也能通过叶面摩擦传播。这种病害除侵染玉米外，还能侵染其他数十种禾本科作物和杂草。病毒除在某些玉米品种的种子中越冬外，主要是在禾本科杂草上越冬，成为第二年的侵染源。根据对约翰逊草的侵染反应，玉米矮花叶病毒大体可分为两个株系，即能侵染约翰逊草的为A株系，不能侵染的为B株系。中国尚未查出A株系，仅有B株系。防治玉米矮花叶病的主要措施，一是选用抗病良种，二是除蚜防病，三是加强水肥管理和铲除地边杂草。

粗缩病　由玉米粗缩病毒或水稻黑条矮缩病毒侵染而引起的病毒病，主要发生在意大利、捷克斯洛伐克、以色列和东南亚各国。60～70年代中国的华北、华东等地曾有流行。玉米感染后，植株矮化，叶色暗绿，叶背、叶鞘、雌穗苞叶上的叶脉隆起呈蜡白状条点。病株症状和损失程度因生育期而异，在两叶一心期以前感病的多为绝产株，8叶期以后感病的损失明显减轻，11叶期以后感病的基本无症状。中国的玉米粗缩病毒和水稻黑条矮缩病毒同属一种类型，都由灰飞虱传播，并能侵染大麦、小麦、谷子、稗草等多种禾本科植物。防治此病的主要措施是选用抗病良种，消除传毒昆虫，调整播种期以及加强水肥管理等栽培措施。

茎基腐病　即青枯病。是一种毁灭性病害，遍布世界各玉米生产国家。中国的华东、华中、华北、东北和西北等地都有发生。通常在玉米进入乳熟期时出现症状，先是引起根系腐烂，向上蔓延至茎基部腐烂。同时使叶片不断失绿无光。数天内整株叶片迅速呈现青灰色干枯或黄枯凋萎，有的病株果穗下垂，穗柄变软，籽粒瘦瘪。据研究，山东地区的病原菌是以瓜果腐霉菌 *Pythium nidermatum* 为主、禾谷镰孢菌 *Fusarium graminearum* 为辅的复合侵染，引起根和茎基的腐烂。在湖北地区查明的则以镰孢菌中的串珠镰孢菌 *F. moniliform* 和亚粘团串珠镰孢菌 *F. moniliform* var. *bylutinans* 为主要病原菌。广西各地发现的病原菌也是以串珠镰孢菌为主，其次是本色镰孢菌 *F. concolor*。陕西关中地区的主要致病菌是禾谷镰孢菌。

参考书目

白金铠等：《玉米大小斑病及其防治》，农业出版社，北京，1985。

Shurtleff, M. C., *Compendium of corn diseases* (second edition), Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota, 1980.

（吴全安）

玉米不育化制种 (maize seed production by means of male sterility)　以雄花不育系为母本、恢复系作父本配制玉米杂交种的过程。与人工去雄制种相比，可以节省劳力，提高种子纯度。

实行不育化制种同时要有**不育系**、**保持系**和**恢复系**，即通常所说的三系配套。由此配成的杂交种的产量应不低于用正常系配制的同名种。

繁殖雄花不育系时，不育系和同名保持系需在隔离区内相间种植。以繁殖C型不育系黄早四为例，父本保持系即是正常的黄早四自交系，母父本行数比例用4:2为好。为使父母本花期很好相遇，保持系宜晚播几天或分期播种。同时，在保持系行头应种上标记作物，以示区别，因为它与不育系的植株形态十分相似，若繁殖工作中稍有疏忽，就容易造成混杂。在抽雄后和吐丝前要注意去杂，特别是不育系行内如出现个别散粉株，必须及时拔除。收获时应分收、分脱和分装，随时给以明确的标签，不能发生差错。

在有条件的地区，不育系和保持系可分别隔离种植，开花期间，采集保持系花粉授于不育系上，连续进行两三次辅助授粉，这样更便于保持不育系的纯度。

不育化制种的技术要求和一般杂交制种相同，其特点在于：**配制单交种**时，隔离区内相间种植的母本是雄花不育系，父本是恢复系，开花期间，母本不用去雄，但需检查其育性，防止有散粉株混入。**三交种**也可以实行不育化制种，先用不育系与一个不具恢复性的正常系组成不育单交种，然后把它作为母本，与另一个父本恢复系杂交，得到三交种的种子。双交种制种时，也是以不育单交种作为母本，再与另一个带有恢复能力的父本单交种进行杂交，所得种子就是**双交种**的种子。值得注意的是，父本单交种中的母本自交系也可用不育系来充当，但它的父本必须是很强的恢复系。这样全部制种过程就可以不必人工去雄。

为了防备不利环境条件下杂种育性恢复受到不良影响，在生产上使用不育化制成的种子时，必须掺和1/3由正常系配制的同品种种子，以确保大田有足够

的花粉，便于杂种结实。 （沈莉英）

玉米虫害 (insect pests of maize) 节肢动物对玉米生产造成的经济损害。可分为苗期虫害、成株期虫害、雌穗虫害及贮藏玉米虫害。苗期地下害虫最主要的是几种地老虎，特别是小地老虎 *Agrotis ypsilon*，为害严重时会造成大量缺苗。幼虫成熟时约长50毫米，蚕形，深灰色而有暗斑。它的食性极杂，老熟后入土做土茧化蛹。成虫为暗褐色蛾子，善飞翔，卵主要产在刺菜、灰菜等杂草上。每头雌蛾一次产卵可达千粒以上，在中国黄河、淮河流域第一代幼虫为害期是5月，正值春玉米的苗期，一头可损害十几棵玉米苗。

粘虫 *Mythimna separata* 为玉米的重要害虫，在苗期造成的损害常具有毁灭性。大发生年份，一夜之间玉米苗被食殆尽，必须翻种。在中国北方，粘虫往往先为害小麦，后为害玉米，因此，麦行套种的或靠近麦田的玉米受害更重。

另一苗期害虫是蛀茎夜蛾 *Melotropha leucostigma*，它的幼虫由茎部蛀入玉米苗，向上蛀食茎髓，使心叶萎蔫，甚至全株枯死。每头幼虫连续为害几株幼苗后老熟，入土化蛹，每年只有一代，以卵在鹅观草、碱草上越冬。在中国仅长城以北有分布。

玉米成株期虫害主要由叶螨、蚜虫和螟虫造成。红叶螨主要是玉米红蜘蛛 *Tetranychus truncatus*，在间作大豆的玉米田里发生较重，通常是豆叶先受害枯焦，再波及玉米叶。受害叶失绿，不能营正常光合作用。蚜虫主要是玉米蚜 *Rhopalosiphum maidis*，性喜高温高湿，在中国南方比北方严重，主要寄主冬春季为大麦，夏秋季为玉米。常集中在玉米心叶内为害，影响抽雄，抽雄后多在顶叶基部下面为害，所排蜜露落到下部叶片上会引起煤病。玉米蚜还是玉米矮花叶病毒的媒介昆虫。

螟虫主要有两种，一为亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis*，一为高粱条螟 *Procerus venosatus*。在多数情况下，后者的为害性较前者轻。亚洲玉米螟在中国分布很广，黄河以北地区每年发生1～2代，黄河以南则有3～6代，为害最重的是在1～3代玉米螟发生的地区。春玉米在二代螟区、夏玉米在三代螟区都要受害两次，特别是玉米螟幼虫蛀入雌穗着生节及其附近各节后，会破坏营养物质的供应，甚至造成折茎，严重影响玉米产量。在中国南方玉米螟发生较轻，原因是：①玉米种植面积偏少；②其他寄主植物偏多；③玉米上很少用药，保护了天敌。

雌穗虫害一为玉米螟，常从雌穗基部蛀入，专食穗轴部分。一为玉米穗夜蛾 *Heliothis armigera*，又称棉铃虫。棉区种植玉米较易受害，咬食雌穗顶端（见图）。严重时可使多数雌穗受损，影响产量和质量。在美国它是甜玉米的头号害虫。高粱条螟在中国的分布比玉米螟要偏南一些，其北界仅到辽宁省南部，常与亚洲玉米螟混合发生。在华北的发生期比玉米螟晚。它的幼虫有群集性，常能见到许多条幼虫集中把玉米茎秆咬空一段，造成风折。



玉米穗夜蛾幼虫对正常花丝的危害状

玉米种子贮藏期间最易受玉米象 *Sitophilus zeamais* 为害。它在世界各地均有分布，繁殖力强，食性又杂，被公认为最大的贮粮害虫。它的喙短而硬，一生能咬食上千粒玉米，特别喜食种胚。

使用药剂防治玉米害虫有不少优点，但要明确主治对象及兼治对象，对症下药。对主治对象要有防治指标，避免滥用药。此外，还要尽量寻求药剂以外的方法。例如可利用小地老虎雌蛾喜在刺菜及灰菜上产卵的习性或蛀茎夜蛾雌蛾喜在鹅观草和碱草上产卵的习性，在地边保留适量的杂草，待蛾量显著下降后将草铲除，可起到减轻为害的作用。玉米红蜘蛛的发生常受间作的影响。在没有间作的情况下，及时清除田间杂草对抑制其发生很有必要。当虫情已超过防治指标，即将受到明显损失时，还须用药防治。对地老虎或蛀茎夜蛾，可于傍晚用敌百虫粉喷治；玉米蚜和红蜘蛛可用乐果乳剂配液喷洒，连喷两次，效果显著。为了预防玉米雌穗受害，可用敌敌畏乳剂配液，洒到授过粉的花丝上，能使药液从缝隙进入雌穗，发挥触杀和熏蒸的作用。玉米象虽是一种贮粮害虫，也能飞到田间繁殖，所以应作好入贮前的仓房熏蒸，避免在有虫仓房中堆贮。熏蒸用药以磷化铝较多。

对玉米螟，中国用乙基对硫磷煤渣颗粒剂撒施心叶杀初孵幼虫已有多年，卓有成效。此外国内外已经

有较好的综合防治办法。其侧重点是尽量减少用药以保护天敌，在螟卵初盛期放赤眼蜂，以及培育抗螟玉米杂交种等。20世纪40年代，美国俄亥俄州大学开始玉米自交系抗螟性的筛选工作。60年代初，发现抗螟性的强弱与叶组织内的"丁布"（2，4－二羟基－7－甲氧基－1，4－苯并恶嗪－3－酮）含量呈正相关。遗传研究表明，"丁布"的多少受Bx 基因的控制。Bx 纯合时"丁布"含量高，玉米表现抗螟；Bx杂合时，"丁布"含量低，玉米抗螟性也差。已经发现玉米自交系的不同组合在有关控制基因的对数上有所不同，如$WF_9 \times gl_7v_7$为1对，$B_{14} \times N_{32}$为2对，$M_{14} \times MS_1$为3对。显性有完全的或部分的，说明还存在基因的加性效应和上位效应，可供育种时参考。此外，在南美洲还发现过"丁布"以外的抗螟物质，成为新的抗源。

中国自1975年开始了玉米抗螟性鉴定及选育工作，到1983年已从1 700多份玉米材料中筛选出高抗型自交系四平404、植店122等53份，抗型的84份，中抗型的59份。研究还表明，某些自交系在杂交组合中的抗螟性为显性，如植店122×黄早四比黄早四×罗系3（京早7号）螟害轻，产量也较高，因为黄早四和罗系3的抗性都不如植店122。（曹　骥）

玉米的工业利用 (industrial utilization of maize)　将玉米籽粒、副产品以及植株其它部分进行加工，以制造各种工业产品，也称玉米综合利用。70年代以来，世界上以玉米为原料的综合利用工业迅速发展，其中最主要的工业产品有玉米淀粉、玉米高果糖浆、玉米油以及玉米配合饲料等。

玉米籽粒分为胚和胚乳两大部分。玉米胚中含油量较高，主要供作提取玉米油；胚乳中则含有较多的淀粉，用干磨法加工胚乳主要生产食用玉米糁、玉米面以及再加工产品酒精、啤酒等；用湿磨法加工胚乳主要生产淀粉及其它再加工产品。

玉米籽粒中含淀粉67～69%，包括直链淀粉和枝链淀粉，淀粉纯度达99%。1840年，美国最早用湿磨法从玉米籽粒中提取淀粉，到本世纪70年代发展成为颇具规模的玉米淀粉工业，淀粉提取率可达93～96%。除普通淀粉外，还有供作不同用途的酶解淀粉、氧化淀粉、释粘淀粉、乙酸淀粉、硫酸淀粉、磷酸淀粉等等。玉米淀粉广泛用于食品、医药、造纸、化学和纺织工业，它的加工产品很多，主要有葡萄糖、醋酸、丙酮、丁醇、酒精等。

玉米高果糖浆是以玉米淀粉作为原料的再加工产品。玉米淀粉在糖化酶和异构酶的作用下，将一部分葡萄糖转化为果糖。玉米高果糖浆质地纯正透明，比蔗糖甜度高1.2～1.6倍，有良好的防腐性、焦化性、保湿性和发酵性，容易为人体吸收利用，是制作糖果、糕点、饮料和罐头的优质甜味剂，也是预防高血压、糖尿病以及心血管疾病的理想食品。80年代美国年产玉米高果糖浆400多万吨，果糖含量分为42%，55%和90%几类，并已初步制成了玉米高果结晶糖。有人预测，玉米高果糖工业可能占据未来世界50%的甜味剂市场。

玉米油是从玉米胚中提取的食用油。玉米全籽粒的含油量一般为4～5%，其中85%以上的油分集中在胚里。在加工时先把玉米的胚和胚乳分开，用胚提油。精制玉米油淡黄透明，有芳香味，不饱和脂肪酸（亚油酸）的含量达60%以上，容易消化吸收，是一种高品质的食用植物油。玉米油在医药上有降低血液中胆固醇、防治血管粥样硬化的功能；对神经衰弱、肥胖症和冠心病也有辅助疗效。粗玉米油可以用来制造肥皂、油漆、涂料、润滑剂等。

70年代世界上生产的玉米，大约有三分之二用于生产配合饲料。配合饲料是根据畜禽不同发育期的需要，按一定的配方组成。其中50～70%是以玉米为基料，添加豆类、油料饼粕或鱼粉、骨粉等蛋白质饲料，以弥补玉米籽粒中赖氨酸含量的不足。再加进维生素、微量元素、盐类等各种添加剂；或搭配预混饲料、浓缩饲料等，把它们均匀混合后成为营养全价或基本全价的饲料。

玉米茎秆可以制造纤维素、人造丝、电器绝缘体、胶板等。玉米穗轴可以制造电木、软木塞、人造纤维、糠醛等。特别是从穗轴提取的糠醛是制造高级塑料的重要原料。中国民间还用玉米苞叶编织成精美的生活用品，如坐垫、地毯、提篮等，驰誉国际市场。玉米花丝含有多种有用化学成分，在医药上有重要用途，有利尿、降血压、利胆、止血的作用，在临床上用来治疗慢性肾炎、急性溶血性贫血、肾病综合症以及高血压、糖尿病等。（佟屏亚）

玉米隔离区 (maize isolation plot)　为了防止外来花粉串杂，保证玉米种子纯度而设置的时、空或屏障间隔地块。玉米雄花散放出的大量花粉粒，靠风力可以传播到三四百米，甚至更远的地方。因此，在繁殖玉米优良品种、群体、自交系或配制杂交种时，必须种植在有安全隔离条件的地块内，才能获得高纯度的种子。

玉米隔离区的选择，一般考虑玉米田之间的地域远近和开花期能否错开，真正达到区内安全授粉而不受邻区花粉污染。通常分为下列4种方式。

空间隔离　平原地区，在距离繁殖田或制种田四周400米范围内，不能种植其它玉米。这种以地域距离为隔离条件的方式，是各地普遍便采用的隔离方法。在风多地区，还应考虑玉米开花时期的风向，一般对上风头方向的隔离距离要适当远一些。

屏障隔离　这是因地制宜，利用房屋、树林、高

地、山梁或山沟等地形地物为天然屏障，以阻挡外来花粉串杂，进行玉米繁殖或制种的一种隔离方式。采用这种隔离方式，必须从实际隔离效果出发，必要时还应结合其它隔离方式一起利用。经过实践证明，确为安全隔离的天然屏障，一般可多年利用。

时间隔离　在无法利用空间隔离的情况下，周围大田的生产玉米与预设隔离区适期播种的玉米，花期可能接近时，可采取有计划的错开播种期的方法。把隔离区的玉米适当提早或延迟播种，使它的开花期不能与大田玉米开花期相遇，从而达到安全隔离的目的。例如，在春播玉米地区，可以采用夏播繁殖和制种，只要能适时成熟，收到种子即可。在夏播玉米区，更可用春播来繁殖和制种。这样，等到夏播大田玉米开花时，春播隔离区内的玉米，已完成受精进入结实时期，即使还有外来花粉飘入，也不可能再发生串杂的问题了。因而正确运用时间隔离，也能够达到安全隔离，获取高纯度种子的目的。

作物隔离　在栽培玉米比较集中的地区，空间和时间隔离都难以做到，又无地形地物可作屏障的平川地区，可以利用其它高秆作物作为田间隔离屏障的。比如，把高秆高粱或大麻等种在隔离区四周，或空间距离不足400米的一方，就能挡住外来玉米花粉飘入隔离区内。一般做法是，根据玉米隔离区地块的大小，以及距离大田玉米的远近，种植200～300行高秆作物。其原则是，隔离区面积越小，离其它玉米田越近，或与大田玉米的花期接近时，屏障用高秆作物的行数越要增加。

在玉米隔离制种田的四周，有时还可以多种几十行甚至成百行的父本玉米，作为加强屏障隔离之用，同时又能为制种田提供充足的花粉，以提高母本的结实率。需要注意的是，父本植株应高于母本植株，从父本保护行上收到的种子，不能再作亲本利用。

（吴景锋）

玉米灌溉 (irrigation of maize)　通过人工给水以补足玉米生长需要水分的一项增产措施。玉米生长盛期正值高温季节，茎叶生长迅速，蒸腾作用强，需要消耗大量水分。中国的东北、华北等玉米主产区，年降水量为400～700毫米，基本上能满足玉米正常生长的需要。但出现季节性干旱时，玉米产量会受很大影响，此时进行**灌溉**具有明显的增产作用。

玉米全生育期每公顷**需水量**为3 000～5 400立方米，而各**生育阶段**的需水量都有很大不同。**播种**至**拔节**期间需水较少，充足的底墒对保全苗和培育壮苗十分重要，播种时土壤湿度应保持田间持水量的60～70%。此期缺水，种子难于发芽出土，幼苗叶片卷曲，生长缓慢甚至停顿。拔节开始之后，随着气温的升高和植株的加速生长，需水量逐步增加。抽雄前10天至抽雄后20天是玉米一生中耗水最多、对水分反应最敏感的时期，通常称为玉米的需水临界期。在此期间，土壤湿度应保持在田间持水量的70～80%，此时受旱，就会大大削弱叶片的光合能力，抑制雌雄穗分化，出现严重的空秆和秃尖现象，一般会减产20～50%。玉米在乳熟期仍需大量水分，土壤湿度应达到田间持水量的60～70%，此期受旱，植株基部叶片出现枯黄，叶面积系数过早下降，籽粒灌浆受到影响，千粒重明显降低。蜡熟期之后，玉米的需水量逐渐减少，保持土壤适度干旱，有利于促进果穗脱水和成熟。

中国的东北和华北，夏季降雨约占全年降水量的70%，而早春、春夏之间和初秋往往少雨，应当重视玉米播前、拔节和**灌溉**期的灌溉。陕西关中和长江以南地区常有伏旱，开花期灌溉对确保玉米高产、稳产至关重要。只有根据玉米需要进行多次灌溉，才能获得良好的收成。

（陈国平）

玉米恢复系 (maize male fertility restorer)　与细胞质雄花不育系杂交后能使玉米子代正常散粉的**自交系**。它是玉米**不育化制种**时必须具备的父本材料。

恢复系所表现的恢复性是受核**基因**控制的，一般都呈显性，恢复基因用Rf符号表示，是针对细胞质雄花不育的核内隐性基因rf起作用的。因此，一个细胞质雄花不育株既带有特定的细胞质，其细胞核内又含有rf基因，经用细胞质正常、含Rf基因的恢复系授粉后，杂种细胞核内所含Rf rf杂合基因型，就能消除细胞质雄性不育性，恢复正常散粉。所以，细胞质雄花不育性及其恢复性的表达是细胞质与细胞核内有关基因共同互作的结果。

用不同细胞质雄性不育所做的恢复性测定结果，已查明Rf1和Rf2两个恢复基因与cms-T的育性恢复有关，分别位于第3和第9染色体上，有互补表达作用。对cms-S的恢复育性只需要一个恢复基因Rf3，测定结果，它位于第2染色体上。关于C型的恢复基因及其遗传方式尚未确定。至于哪些自交系是恢复系，具有哪类恢复基因，都要经过与各类不育系，测交后才能得知。例如，已经查明Va35、自330、黄早四等自交系是S型雄花不育的恢复系；oh43、N6、自330、获白等是C型的恢复系，可见自330是两种雄不育型的共同恢复系。

恢复基因表达的部位和时间有所不同，现在查明，雄花不育的恢复方式可分为孢子体和配子体两种类型。T型和C型的恢复性是属于孢子体的，即这类恢复基因能作用于杂交一代的体细胞，使整株的花粉粒都正常发育。S型的恢复性是属于配子体的，也就是在带有这种基因的花粉粒中起作用，即由基因分离的结果，杂种株带有rf3的半数小孢子难以进一步发育，造成半

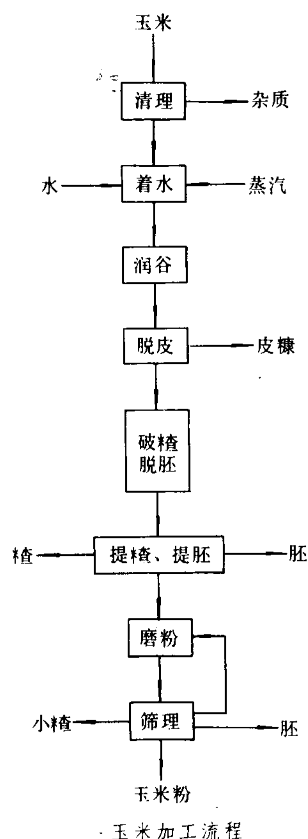
数花粉粒的败育，而含有Rf3的另一半花粉粒是可以正常发育的，故杂种一代株的花粉育性呈1:1之比。这种配子体恢复性现象可在显微镜下直接看到，也能从它的遗传行为中加以验证。但在雌配子体方面则没有这样的现象。

用雄花不育系配制杂交种时，必须确切了解恢复系的名称、来源和恢复性能等，以免发生差错。

（沈莉英）

玉米加工 (corn processing)　经清理、去皮、破碎、磨粉、筛理等工序处理，将玉米制成玉米糁和玉米粉的工业生产过程。玉米糁和玉米粉可供直接食用外，还广泛用于饲料、淀粉、制糖、食品、医药、发酵、造纸、纺织等多种工业领域，生产多种产品。古代玉米加工采用石辊、石磨，将玉米破碎和制成粉，为手工加工方式。18世纪匈牙利最早创造了钢磨，19世纪多种粮食加工机械问世，玉米加工实现了机械化生产。20世纪以后又创造了破碎玉米的专用机械和玉米联产加工新工艺。随着粮食机械和食品工业的发展，玉米加工工艺得到了发展。

加工方法　玉米籽粒由胚乳、胚和皮层组成。胚乳可分为角质和粉质两类。角质胚乳的组织紧密，硬度大，不易破碎，适宜制糁。粉质胚乳的结构松散，硬度小，剥皮时易破碎，适于制粉。玉米加工方法可分为提胚制糁法、提胚制粉法和玉米联产加工法。由于玉米联产加工能提高产品的出品率，增加产品品种，提高了玉米的利用率，所以大都采用联产加工法，其工艺流程如左图。



·玉米加工流程

清理　将各种杂质清理干净。通常采用振动筛或平面回转筛清除大、小杂质，用比重去石机清除并肩石，用立式砂臼碾米机清理玉米表面粘附的泥沙等。可用立式洗麦机清洗玉米的灰尘，采用吸铁箱和永磁滚筒清除磁性金属杂质。

着水和润谷　着水的玉米有利于脱皮，减少籽粒破碎，提高提胚效率。着水量应根据原粮的水分确定，一般为1～3%。可直接用水温在20℃以上的水着水，若水温低于20℃，玉米吸水能力差，则需喷入蒸汽，使玉米表面着水温度增至40～50℃，加速水分向皮层和胚内渗透。着水一般采用水杯着水机、进水旋塞、螺旋输送机等。经着水和喷汽后的玉米进入润谷仓内润谷，使水分能均匀地渗入玉米的皮层和胚部。润谷时间为5～10分钟，不宜过长，否则会使水分进一步渗透入胚乳内部，影响胚乳结构强度。角质玉米润谷时间可长些，粉质玉米则应短些。

脱皮　玉米润谷后即可脱皮。若原粮水分较高，可不经着水，直接进行脱皮。常用的脱皮设备有三节砂辊碾米机和立式砂臼碾米机等。为了减少脱皮时的破碎粒，通常采用2～3道碾米机串联脱皮。

破糁和脱胚　使玉米破碎成大、中、小三种类型的玉米糁，同时使玉米胚脱落。破碎后的玉米糁最好接近正方形，即破碎成4～6瓣。脱胚率要求在80%以上。破糁过程中，应尽量保持胚完整，减少玉米粉的数量。破糁、脱胚的设备有磨粉机、横式砂铁辊碾米机和粉碎机等。其中以横式砂铁辊碾米机的效果最好。

提糁和提胚　玉米经破糁后，得到糁胚和皮的混合物。一般采用筛选和风选设备进行提糁和提胚。常用的设备有振动筛、圆筛、平筛、高方筛、吸风分离器、重力分级机等。经提糁分级筛得到的整粒和大碎粒，需回机重新破碎。大糁和胚的混合物，可采用吸风分离器或重力分级机将它们分开。在分选过程中，还可分出部分皮层。最后一层筛面的筛出物为粗粒。

磨粉　提糁和部分胚后的粗粒经研磨后可制成玉米粉。磨粉的同时继续提胚。玉米磨粉可采取压胚取粉法。因胚的韧性大，受压不易破碎，而胚乳的脆性强，受压容易压碎成粉。压胚取粉的设备有辊式磨粉机、平筛吸风分离器等。一般采用四道辊式磨粉机，前两道磨粉机提胚，后两道磨粉机制粉。也有采用四道磨粉机同时磨粉提胚。每道磨粉机后，采用平筛筛理，得到玉米粉和胚，其余物料再回机处理。

产品品种　玉米产品可分为玉米糁和玉米粉两类。

玉米糁　玉米糁按粒度不同可分为大糁、中糁、小糁三类。根据玉米糁的纯粮率又可分为三个等级，一般是一等纯粮率为90%，二等为85%，三等为80%。

表 1　中国黑龙江省玉米糁质量标准

等级	最低标准	最大限度		水分(%)	气味、色泽
	纯粮(%)	杂质(%)			
		总　量	矿物质		
1等	89.0	4.0	0.05	20.0	正常
2等	85.0	6.0	0.10	20.0	正常
3等	81.0	8.0	0.15	20.0	正常

（见表1、2）。

玉米粉　玉米粉按粗、细度不同，通常分为粗粉和细粉两种（见表3、4）。

产品和副产品利用　玉米经上述干法加工后，可以得到玉米粒、玉米粉、玉米胚和糠皮等产品和副产品。

表 2　中国辽宁省玉米粒的等级标准

等　级	纯粮率 (%)	杂　质　(%)			粉　(%)			水分 (%)	色泽气味
		总　量	胚	矿物质	大　粒	中　粒	小　粒		
1	90.0	1.5	1.0	0.05	0.5	1.0	1.5	15.0	正常
2	85.0	1.5	1.0	0.07	0.5	1.0	1.5	15.0	正常
3	80.0	1.5	1.0	0.09	0.5	1.0	1.5	15.0	正常

表 3　中国北京市玉米粉质量标准

品　种	含皮量(%)	粗　细　度	泥　砂　含　量	气味及口味	磁性金属含量
粗玉米粉	不超过 2 %	30W上存留不超过2%，68GG上存留不超过75%	咀嚼时在牙齿间不应有砂土感觉或检验其泥砂含量不超过百万分之三	正　常	不超过百万分之三
细玉米粉	不超过 2 %	全通54GG7XX ≯50%	咀嚼时在牙齿间不应有砂土感觉或检验其泥砂含量不超过百万分之三	正　常	不超过百万分之三

表 4　中国辽宁省玉米粉质量标准

种类	粗　细　度	牙　碜	磁性金属物	水分 (%)	色泽气味
细粉	全部通过40孔/英寸筛，留存在60孔/英寸筛上物不得超过30%	咀嚼时在牙齿间不应有砂土感觉或检验其砂土含量不超过0.03%	不得超过3mg/kg	15.0	正　常
粗粉	全部通过20孔/英寸筛，留存在40孔/英寸筛上物不得超过15%	咀嚼时在牙齿间不应有砂土感觉或检验其砂土含量不超过0.03%		15.0	正　常

玉米粒和玉米粉　主要用于制作食品。中国民间传统的食用方法是用玉米粒煮饭、熬粥，国外还有制成速煮玉米粒。玉米大粒经调料、蒸煮、分散、压片、烘烤和冷却等工序，可制成玉米片，是近几十年来世界上最流行的方便早餐食品。玉米或玉米粒经烤炉膨化、爆缸加压膨化或蒸煮挤压机膨化后，可以制成各种膨化玉米食品。此外，还可制成玉米糊。玉米食品在拉丁美洲已成为工业化生产。玉米粉加水、成型、蒸煮，做成窝窝头和发糕，或调成糊状，烘、煎成烘饼和煎饼作为主食。玉米粉经着水、搅拌、膨化、成形、冷却、烘干、分级制成一种胶状颗粒，具有一定的透明度，与大米相似，称为"人造大米"。玉米粉与小麦粉、大豆粉、大麦粉、燕麦粉、小米粉等按一定比例混合制成混合粉。也可将玉米粉经过浸泡、分馏、干燥等工序，使玉米中的色素和不利于发酵的脂肪和磷脂等物质分离出去，制成色淡的特制玉米粉，并与小麦粉混合加工制成混合粉。

玉米胚　胚中含有脂肪36～47%，蛋白质15～25%，以及其它营养物质，可以用于生产胚芽食品。胚经软化、轧胚、蒸炒、压榨（或浸出），可提取玉米油，经精炼后，可制成精制玉米油。其中含有不饱和脂肪酸80%，并含有丰富的维生素E和磷脂等营养成分。它是一种高级营养油。玉米油精炼过程中水化得到的油脚，可以制取磷脂，碱炼的皂脚可以提取亚油酸和油酸。玉米胚芽脱脂后得到的饼粕再经粉碎制成脱脂胚芽粉，可作为食品营养增补剂。饼粕还可制取植酸钙。植酸钙再经水解可制成肌醇。提取植酸钙后的饼粕还可作为饲料，或制取蛋白制品。

玉米除了食用外，经清理、粉碎或膨化处理后可以直接用作饲料或配合饲料。玉米经湿法加工后，可用于工业生产，制取淀粉，再经深度加工，生产变性淀粉、糊精和淀粉糖，广泛用于食品、制糖、造纸、纺织、发酵、制药和其它工业。

（程觉民　吴加根）

玉米间作 (maize intercropping)　在同一地块内将玉米和其它一种或多种作物，按一定行数比例，同时或分期间隔种植的一种栽培方式。玉米和其它作物进行间作的历史较久，迄今亚洲、非洲一些国家还广泛应用。中国比较普遍的方式是玉米与豆类作物，玉米与薯类作物的相间种植。欧美各国过去曾采用玉米与大豆、花生、马铃薯等的间作方式，随着大型农业机械和化学除草剂的应用，特别是大量施用化肥以后，这种种植方式已很少被采用。

玉米与其它作物，特别是植株高度相差较大的作物间作在一起，间作群体能更充分利用阳光和地力，抗

灾能力增强，产量也比较稳定。间作的增产效果与土地肥力关系密切。一般是瘦地宜间作，肥地不宜间作。因为瘦地玉米植株不繁茂，行间光照条件较好，间作一些豆类等作物填补空间，可以充分利用光能，提高产量。肥地玉米生长茂盛，下层郁闭，遮光严重，容易倒伏，间作的合计产量往往低于单作玉米的产量。

玉米与大豆间作有多种方式。中国的东北、华北以及南方丘陵地区，以玉米为主的间作行比是，种玉米4～6行，种大豆2行；或玉米2～3行，大豆1行；以大豆为主时，往往采用4～6行大豆与1～2行玉米相间的方式。在地势较高、土质瘠薄的地方，玉米可与绿豆、赤豆等间作，因为绿豆和赤豆的生育期都短，可以提早分批收获，有利于玉米的生长。玉米与马铃薯间作，大多分布在内蒙古东南部、华北以及云南、四川等地丘陵山区，多采用带状间作，有的是带宽166～200厘米，种2行马铃薯，2行玉米；有的是带宽150厘米，种2行马铃薯和1行玉米，或2行玉米和1行马铃薯。（李维岳）

玉米抗病育种 (breeding maize for disease resistance) 根据玉米品种材料与病菌相互作用的遗传特性，通过一定的育种方案和鉴定方法来选育抗病优良品种，以控制特定病害发生、发展的工作。在病害发生范围广、流行速度快、难以用药剂进行防治的情况下，培育抗病品种，依靠作物本身的遗传特性来防御病害更为有效。

玉米的抗病性在遗传学概念上可分为垂直抗性和水平抗性两种。前者是指寄主对病原菌的某一个或多个小种是抵抗或免疫的，而对另一些小种则是感病或高感的。后者是指作物对病原菌的全部小种具有同等水平或同样有效的抵抗能力而言。例如，过去生产上使用的玉米品种，对大斑病具有水平抗性，虽总体感病，但并不严重。自从发现了一个显性单**基因** Ht1，经过转育到玉米品种后，对1号大斑病菌的抗性就有所提高。可是不久以后，又出现了能克制Ht1基因的另一个2号小种，能侵害原来抗1号小种的玉米品种。这表明育种工作者应及时掌握病菌小种的变化和流行情况，做到有针对性的抗病鉴定是十分重要的。

从事玉米**抗病育种**，必须了解玉米的有关特性。玉米是天然授粉作物，一般的品种在遗传结构上是一个杂合群体，所以不同植株的抗病或感病基因型很不一致。而玉米育种工作的对象是以自交系为主，生产上用的则是杂交一代种。因此，在研究玉米的抗病反应时，既要了解一般基因型都是纯合的**自交系**，还要确知具有杂合基因型的杂交一代种的抗病能力。中国选育的中单2号玉米**杂交种**，能抗丝黑穗病、大斑病和小斑病，适应性广，增产显著。这与它的亲本自交系的高度抗病性有很大关系。另外玉米细胞质遗传的雄花不育材料，有时会受小斑病菌某些特殊生理小种的专化性危害，在生产上造成过严重损失。在研究玉米的抗病育种时，应予以重视。

在玉米中常用的**抗病鉴定**方法有田间自然发病、田间诱发和人工接种三种。对田间种植材料进行鉴定，应在规定的适宜时期内，按病情分级标准加以记载。最好要调查多年和获得多点的资料。如果发现同一材料在不同年份发病程度不一样，就应当在鉴定圃内增设抗性稳定的抗、中抗和感病三类对照品种，以资比较，排除年际间环境条件的干扰。（吴全安）

玉米涝害 (waterlogging of maize) 因地势低洼、大量降雨而造成土壤含水过多，危害玉米生长发育和降低产量的一种自然灾害。就中国北方而言，玉米涝害通常发生在多雨的7月至8月份，特别是在平原洼地及土壤中有不透水层的地区。受涝玉米表现出叶色褪绿，植株基部呈紫红色并出现枯黄叶，生长缓慢或停顿，严重时可造成全株死亡。

涝害有淹涝和沥涝两种。前者指一次大量降雨，农田受淹积水；后者指长期阴雨导致土壤含水饱和，但地面不一定有积水。淹涝对玉米的危害远比沥涝严重。

涝害影响玉米的生长和发育是过多的水分排挤掉土壤空隙内的空气，造成土壤缺氧而产生一系列不良后果：①根系得不到生命活动所必需的氧气，因而不能进行正常代谢；②好气性微生物活动受抑制，使土壤中的有机质不能顺利分解为速效养分，而土壤中原有的硝态氮会被淋失一部分，同时经反硝化作用还原为游离氮而逸入大气，因而降低了土壤中速效氮的含量；③在土壤缺氧条件下，由于嫌气性微生物活动得到加强的结果，产生了甲烷、氨、硫化氢和硫化亚铁等对根系有毒的物质。

玉米是具有一定耐涝能力的作物，当涝害发生时，其器官形态和组织结构就会产生一系列适应性反应。例如，靠近地面的次生根提早发生，部分根系伸出地表，形成所谓"翻根"现象。同时根系变粗，内部会出现通气用的气腔，以保证空气能从叶片输送到根系。这些形态及内部组织的变化，被认为是玉米抗涝的生理基础。

玉米受涝减产的程度因**品种**、**生育期**、环境条件及受涝持续时间而异。耐涝性的强弱同植株生长的健壮程度有密切关系，一般杂交种优于品种，二者又都优于**自交系**。玉米一生中以种子吸水膨胀和主胚根开始萌动时最不耐涝。此时淹水4天，绝大多数种子丧失发芽能力。出苗至拔节是玉米对涝害的第二个敏感期，此期受涝的幼苗生长缓慢，叶色变黄，生育期显著延迟。拔节之后玉米的耐涝能力逐渐增强，但到了乳熟期后又趋于减弱。温度是影响涝害的一个重要因素，高温能使氧气在水中溶解度降低，又能加速根系

的呼吸作用，从而激化了需氧和缺氧的矛盾。

防涝措施的制订应以改善根系通气条件为主要出发点。首先要选用地势较高、排水性好的地块种玉米。在多雨易涝地区，应修建好田间排水系统；在低洼地区则宜修筑台田或采用起垄栽培方法。增施基肥可以增强玉米的抗涝能力。如果涝害已经发生，就要抓紧排水并及时中耕松土和追施速效氮肥，促使玉米尽快恢复生长。（陈国平）

玉米类型 (types of maize)　根据籽粒胚乳结构和颖壳长短而划分的**玉米**类别。美国人E. L. 斯端文特(Sturtevant)最早于1899年把当时所知的玉米分为6个类型。1933年苏联人H. H. 库列硕夫(Кулешов)做了补充，重新分成8个类型。已划分的玉米类型，并不完全在亲缘关系上有很大差异，有些类型如甜质型、糯质型和有稃型玉米形成，是单基因**突变**的结果。一般而言，划分这些类型对玉米的生产利用和商业贸易有实用意义。

已知的8个类型是**硬粒型**（燧石型）*Zeamays indurata* Sturt、**马齿型** *Z. m. indentata* Sturt、**粉质型**（软质型）*Z. m. amylacea* Sturt、**爆裂型** *Z. m. everta* Sturt、**甜质型** *Z. m. saccharata* Sturt、**糯质型**（蜡质型）*Z. m. sinesis* Kulesh、**甜粉型** *Z. m. amylacea-saccharata* Kulesh和**有稃型** *Z. m. tunicata* Sturt。

硬粒型　籽粒一般呈圆形，质地坚硬平滑，顶部和四周由致密、半透明的角质淀粉所包围，籽粒中间则充满着疏松、不透明的粉质淀粉。硬粒玉米于16世纪前半期由欧洲传入中国，现在全国各地都有种植。硬粒玉米对光周期反应比较敏感，适应地区不广，故在不同地区形成了能耐干旱、瘠薄、寒冷、荫蔽或雨雾等许多特点的地方品种。其中许多是早熟品种。抗病、抗虫品种中，有不少是能抗大斑病和小斑病的，而大多数品种又容易感染丝黑穗病和黑粉病；对象鼻虫的危害有较好的耐受力。在中国原有硬粒型品种中，粒色基本为黄、白两种，以黄粒居多，穗轴一般为白色。果穗多长锥和圆锥形，籽粒偏圆而短小，出籽率低，增产效率不大，产量比较稳定，食用品味好。主要品种有大金顶、灯笼红、墩子黄、小粒红、鹅翎白、野鸡红、黄火燥、五穗白、文山白玉米等。

马齿型　籽粒顶部凹陷成坑，棱角较为分明，近于长方形，很像马齿状。籽粒四周为一薄层角质淀粉，中间和顶部由粉质淀粉所充，成熟时由于粉质淀粉收缩，造成粒顶下陷。一般马齿玉米生长比较旺盛，植株粗壮，果穗粗大，多呈筒形，出籽率高，是玉米类型中丰产潜力较大的一种。但其食用品种次于硬粒玉米。由于其适应性广，20世纪以来，发展成为世界上种植面积最大的一种玉米。中国的马齿品种约于20世纪初引入，60年代中期以前发展很快。现在生产上还种有白马牙、金黄后、英粒子、白鹤、普照包谷等著名品种。马齿玉米大多分布在水肥条件较好的地区。中国曾用马齿玉米与硬粒玉米杂交，所获取的品种间杂种优势，对提高玉米产量起了一定作用。后来改为分别选出其自交系来组配双交种和单交种，从而在玉米育种中找到了新的途径。

粉质型　籽粒胚乳全部由粉质淀粉所组成，表面暗淡无光泽。由于粉质淀粉质地松软，所以这种类型又可以称为软质型。这是比较古老的一个玉米类型，为中南美洲印第安人所喜爱的食用品种。现在南美洲安第斯山区的秘鲁、波利维亚和哥伦比亚等地还有大量种植。其它地区如美国西南部干旱地区只有零星分布，在东半球则十分罕见。中国的粉质玉米品种不多，在山西省寿阳和榆次一带有一包面品种，品质较好，农民喜欢食用，在生产上有零星栽种。此外，如山西平定的小白酥，山东沾化的白软玉米，吉林农安的面包米，黑龙江通河的粉质白八行，广西阳朔的鱼眼白等都属于这种类型。粉质玉米的产量偏低，不耐贮藏，易受象鼻虫为害，所以种植面积日趋缩小。

爆裂型　籽粒小，坚硬光亮，胚乳全部由角质淀粉组成，遇热爆裂膨胀，有的可达原来体积的20倍以上。爆裂玉米有圆形和尖形两种，分别称为"珍珠"型和"米粒"型。这种玉米果穗很小，产量低，一般不作粮用，而是作爆米花食用。所有玉米类型都有遇热爆开的能力，而且爆裂力的大小于胚乳内角质淀粉含量、致密程度以及籽粒中的含水量有关。爆裂型玉米的膨胀倍数最多，用含水量为14%左右的爆裂玉米，可以获得膨胀倍数最大的爆米花。美国首先利用了这种玉米的易爆性，加上食用油和各种香料，爆炒成各种爆米花，成为一种传统食品。据80年代初期统计，美国每年播种爆裂玉米约150万公顷，总产量达350多万吨。这种爆裂玉米已逐渐向欧、亚两洲扩种。

在中国，爆裂玉米仅有零星种植，"米粒"和"珍珠"型均有，分黄、白、红、紫等不同粒色。已知品种有近百个，如四川的爆花白，贵州的白爆包谷，云南的金包谷，广西的爆花籽，陕西的炸花玉米、刺包谷，山西的麦玉米，山东的麦棒槌子、白爆裂，河北的白刺棒子等。

甜质型　简称甜玉米。籽粒含糖分较多，淀粉较少，成熟后呈皱缩或凹陷状。甜玉米概括分为普通甜玉米和超甜玉米两种。

普通甜玉米　胚乳由角质淀粉构成，一般种皮较薄，成熟后籽粒呈半透明状。乳熟期含糖分可达8%左右，此时采收的鲜嫩果穗，蒸煮后可作为蔬菜或西餐中的配菜之用，也可加工制成罐头。其甜性是由第4染色体上的隐性su基因所控制，它能够阻止糖分向淀粉转化。但这种阻止作用是不完全的，采摘后一部分糖分会逐渐转化为淀粉，甜味就会降低。因此在没有冷

藏设备的条件下，要迅速食用。如采来制做罐头，应当注意采收后及时加工。通常可以采用分期播种或是选用成熟期不同的品种，以便分期收获，分批制罐，以保持它的甜度和风味。普通甜玉米籽粒含有多量水溶性多醣，故有很好的风味，也是适于制罐头的一个重要特性。世界各国所种的甜玉米以单交种为主，因为它们的生长和穗粒性状比较整齐，适合采摘和加工要求。中国曾零星种植油包米、糖包米、大八叉、赤峰紫糖玉米、楚雄甜玉米、沧源甜玉米等品种。80年代以后，开始选育推广少量新的甜玉米品种和杂交种，如农梅1号等，并在普通甜玉米su基因的基础上用了一个隐性加强基因se，以期育成加强或半加强甜玉米，以期改善其甜度和风味。

超甜玉米　与普通甜玉米不同，这种超甜玉米的完熟干籽粒外表皱瘪凹陷，并不透明。在乳熟期采收时，籽粒含糖分高达18～20%，为普通玉米的7～8倍，比普通甜玉米含糖量高出一倍以上。通常都在受粉后20天前后采收鲜穗，蒸煮食用，也可冷冻贮存。超甜玉米的胚乳中缺乏水溶性多醣，种皮较厚，不宜用于制罐头。超甜玉米籽粒中糖分转化淀粉的速度比普通甜玉米慢，所以采收后能存放的时间比普通甜玉米长。超甜玉米的基因种源有隐性基因sh2（皱缩2）、bt（脆弱）、bt2等数种。其中sh2基因位于第3染色体上，bt基因在第5染色体上，bt2则在第4染色体上靠近su基因的位点处。它们彼此间和各自与su之间是非等位性的遗传关系。因此不能把这些隐性基因所决定的任何甜玉米互相杂交。否则由于基因的互补作用，杂交当代的全部籽粒将变成普通玉米。无论何种甜玉米都必须在隔离区去种植，以防止与其它玉米发生杂交。中国已育成的带有sh2基因的少数超甜玉米品种甜玉2号。

糯质型　籽粒不透明，无光泽，外观似蜡状，故称蜡质玉米。煮熟后粘软，富于糯性，俗称粘玉米或糯玉米。它的胚乳全部由枝链淀粉所组成，用稀碘液着色将呈褐红色反应。以普通玉米来说，无论是硬粒型或马齿型玉米的胚乳，是由大约75%枝链淀粉和25%直链淀粉所造成，对稀碘液呈蓝色反应。这种着色反应上的区别，即使作用于花粉粒中的淀粉，也能反映出来，可以作为区分糯玉米和非糯玉米的简测方法。

糯玉米的发现最初是在中国的广西、云南一带，这是由当地的硬粒玉米发生了基因突变，经过人工选择而保存下来的。据G.N.柯林斯(Collins)著文记载，美国传教士J. M. W.法南(Farnham)于1908年把从中国得到的糯玉米寄往美国，从而传遍了全世界。这个突变隐性基因后来被柯林斯定名为wx，已知它位于第9染色体短臂上接近着丝粒的地方。这个基因与后来在阿根廷找到的另一个糯玉米，基因是非等位性的。

在第二次世界大战期间，美国把糯玉米粉作为布匹上浆剂的代用品，后来美国和西欧用糯玉米作为肉牛的饲料，但尚未大量生产。

中国有糯玉米品种500个以上，主要分布在云南、广西、贵州一带山区，只有零星种植。品种的粒色有白、黄、乌紫、血丝和杂色等色，以白粒种最多，品质也最好，但要求较好的水肥条件。糯玉米品种有云南的腾冲糯包谷、巧家岳麓糯包谷，广西的宜山糯、花丝糯，贵州的岭巩白糯，陕西的平利糯，吉林的白城黄粘等。糯玉米在中国常作为嫩玉米鲜食，或作为糯稻米的代用品，以制成各种糕点。

甜粉型　籽粒上部为富含糖分的皱缩状角质，下部为粉质。这种玉米可能是属于甜粉型的一种变异。它比较罕见，据知只有南美洲的秘鲁和波利维亚能够采集到，在生产上不占地位。

有稃型　果穗上每个籽粒都分别包在几片长稃壳中，它的整个果穗仍像其他玉米一样包在大苞叶之中。包围着籽粒的稃壳是由雌小穗外面的护颖和小花的内外颖组成的延长变态器官。从遗传进化角度来说是一种退化现象，它似乎恢复到祖先的原始状态。因此有人曾把有稃玉米看作是接近于野生祖先的古老种。遗传学研究表明，长稃壳性状是受第4染色体上一个显性基因Tu控制的，只有在杂合时才能表达，纯合时就会致死，故无法获得纯显性的有稃个体，其后代必然会分离出一部分正常的无稃玉米。由于脱粒不便，有稃玉米除用作研究玉米起源和进化外，在生产中没有利用价值。　（曹镇北）

玉米轮回选择 (recurrent selection of maize)　周期性改进玉米群体遗传结构，改善数量性状，提高产量潜力的育种方法，是**玉米群体改良**的主要手段。玉米群体是指天然授粉**品种**，人工合成的**综合种**、**复合种**等材料，在改良之前是一个基础群体，习惯上用C_0符号来表示。**轮回选择**的作用，是增加**基因重组**，打破优良基因与不良基因的连锁，逐步提高有利基因频率。轮回选择的基本作法是依照一定的育种目标，从原始群体中选出表现型优良的个体或**自交**早代，进行**互交**，合成一个新群体。然后把它作为下一轮选择的基础，继续进行分穗或分家系种植，评选出优良个体和家系后，再以互交方式合成下一轮的改良群体，照此循环往复，分别以C_1、C_2、C_3……表示轮回的次序。

轮回选择的理论根据，是假定有20对独立基因在决定玉米的产量，要从有关基因位点都是杂合型个体的自交后代中选出一个单株，它的20个位点都是显性纯合的，其机率将是$(1/4)^{20}$，这是微乎其微的。即使出现了这样一个单株，也无法把它鉴别出来。因此，只靠一次选择，很难从有限的杂合群体中选得育种家所

需要的植株。比较可行的办法是在不扩大原始群体的情况下，采取自交和测交，分期选择，适当增加选择周期，就能取得改进群体结构、提高产量或改良目标性状的效应，达到逐步提高的目的。

轮回选择的概念，最早是由**H. K. 海斯**(Hays)等提出的。其后，于1940年M. T. 金肯斯(Jenkins)在玉米早代测定法的基础上首创**一般配合力**的轮回选择。1945年，F. H. 赫尔(Hull)进一步提出了**特殊配合力**的轮回选择，他所倡导的超显性学说，对轮回选择的概念产生了重要的影响。即一般配合力涉及加性基因作用，特殊配合力反映非加性作用。1949年R. E. 卡姆斯托克(Comstock)等综合上述两种方法，又提出了相互轮回选择法，这样就概括了加性效应和非加性效应。

根据改良对象的数目和范围，可把轮回选择分为群体内改良和群体间改良两大类。

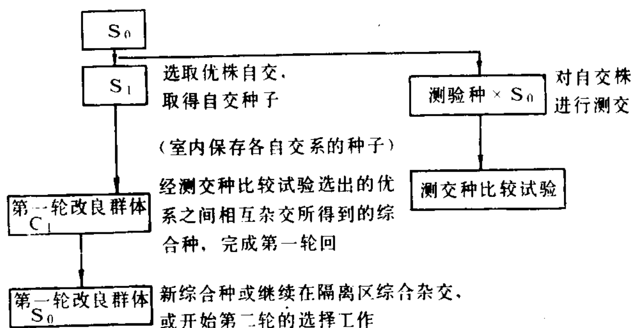
群体内改良

混合选择　亦称集团选择，是改良玉米品种最古老的方法。一般做法是从天然授粉的品种群体中，用目测法选择一定数量的优良单穗，把它们的种子混合起来播种，就成为一个新的改良群体。先前单凭表现型来选择涉及基因少、遗传力较高的性状是有一定效果的。但对于选择遗传比较复杂的产量性状，效果并不显著。后来把选择放在重复区组内进行，就能减少环境变异的影响，增加选择效果。如果对亲本株的花粉加以控制，或对选株进行一次自交，下年再在隔离区内种植，作为互交和合成新群体之用，增效作用更加显著。

改良穗行选择　1964年J. H. 郎奎斯特(Lonnquist)在穗行选择的基础上，加以修改后提出的。先从一个原始群体中选取数百个优良单株的果穗，分到三个地点种成穗行试验，其中一个点要种在隔离区内，作为评选留种之用，其余两个点则作为适应性测定。隔离区(留种区)内要把所选各穗种成穗行，作为母本，再从每穗取得少量种子，充分混合后种作父本行，父母本可按1∶2或2∶4行种植。开花前及时去除母本的雄穗，靠共同的父本进行半姊妹交，作为留用种。收获前参考另两点的鉴定结果，从隔离区中选出20%的优良穗行，组成半姊妹家系，每行家系各选留5穗，作为下一轮选择用的群体。此法简单易行，适于群体数目较多时采用。**墨西哥国际玉米小麦改良中心**多年来就用改良穗行选择法对大量原始群体进行了改良工作，已取得良好效果。

自交一代(S_1)或二代(S_2)表现的轮回选择　这是从原始群体中选择单株(S_0)进行自交，然后按照目标性状对自交一代即S_1系进行评定。针对抗病虫性状，可取一个重复中的10～15株进行评选。但对于产量性状的鉴定应在不同地点两个以上的重复区组内进行。依照鉴定结果，选出其中10%的优良穗行，到下一年再把它们互交成为改良群体。为了更好的利用加性方差，可以不鉴定S_1而用S_2代的表现来进行评选，方法与评定S_1家系的相同。

半姊妹轮回选择　即一般**配合力**的轮回选择。通常是对一定数量的S_0单株进行自交，同时分别与一个共同测验种进行杂交。这种测验种可用原来的品种，也可用与它无血缘关系的另外一个品种。这样的测交种是半姊妹交后代，它们代表一般配合力的高低。下一年根据测交种产量，评选出10%的优良组合。然后把它们相应的预留S_1种子种在隔离区内进行随机交配，或以双列杂交方式产生新的一轮改良群体(见图)



半姊妹轮回选择的模式

由于所用测验种的遗传基础比较广泛，测交结果就能反映出加性遗传效应。所以这是迄今应用最广的一种轮回选择法。

特殊**配合力**的轮回选择　基本上与半姊妹轮回选择法相同，只是所用的测验种是一个自交系，测交鉴定结果反映了显性和超显性遗传效应的表现。

全姊妹家系轮回选择　开始先在原始群体中选择优良的S_0株进行成对杂交，以产生全姊妹家系。次年根据它们的产量比较，把10%优良组合的预留种子种到隔离区内，让它们随机交配，产生下一轮的改良群体。以后依此循环进行。

群体间改良

相互轮回选择　此法需用两个遗传差异较大的杂合性群体，假定为A和B。在A群体中选株自交时，用它的花粉与作为测验种的B群体中的4～5株进行测交。反之，对B群体进行取样自交时应与A群体进行测交。第二年将同一S_0单株的几个测交穗种子混脱，进行测交种鉴定试验，它们都是半姊妹交后代。第三年以两个群体中各自选出的优良S_1系分别合成两个改良群体，可写成AC_1和BC_1。以后照此继续选择。这种方法可使群体和测验种同时得到改进，对显性位点来说，应比一般配合力的轮回选择更为有效。而以加性效应的位点而言，又比特殊配合力的轮回选择更有用处。

全姊妹相互轮回选择　基本上与半姊妹相互轮回选择相同，但只适用于双穗群体。也就是在A和B两个双穗群体中对S_0株进行各自成对的自交和相互杂交，然后选出优良的$S_0 \times S_0$组合，再把同群体来源的优良S_1系合成为各自的改良群体。全姊妹轮回选择的优点，除了可以同时改良两个群体外，还可以把改良群体用于生产，而且在任何阶段都能选育A与B的成对自交系，从而配制成A×B的新杂交种。

对原始群体实行改良，究竟用哪种方法为好，要看育种目标及需要改良的目标性状和群体的性质而定。如以提高群体自身产量，把它直接用于生产为目的，则宜采用改良穗行法；为了提高群体的配合力，作为提取自交系用的，可以采用半姊妹轮回选择。轮回选择的效果还受原始群体的遗传变异力、群体大小、选择强度、测验种的不同诸因素的影响。因此，在制定合适的育种方案时，必须全面加以考虑。

（刘新芝）

玉米配合力测定 (combining ability test of maize)　评价玉米自交系（品种群体）传递其产量和其他性状给杂种子代潜力的方法。自交系**配合力**的高低可在所有性状上反映出来，通常以它的杂种一代的产量做为主要衡量指标。产量高的为高配合力系，产量低的为低配合力系。

用一个遗传基础广泛的品种与自交系杂交来测定后者的配合力，是1929年R．L．戴维斯(Davis)提出的并为M．T．詹金斯(Jenkins)等人所证实。1942年美国**G．F．斯普赖格**(Sprague)等又把配合力分解为一般配合力和特殊配合力两部分。一般配合力是指一个**自交系**在一系列杂交组合中的平均产量表现，表示该系产生最优杂交组合可能性的大小；而特殊配合力则指一个自交系在某一特定单交组合中的产量表现。反映该组合的潜在应用价值。

数量遗传学的研究说明，一般配合力主要取决于**基因**的加性效应，而特殊配合力主要取决于基因的显性（包括超显性）和上位性效应。在随机交配的**玉米品种**群体和**杂交种**中，加性效应普遍存在，一般是遗传**变异**的主要成分，显性效应居第二位，上位性效应是相对次要。但在特定的组合中，显性、超显性和上位性效应可能更为重要。

以利用**杂交优势**为主要目的的玉米育种，选育优良**自交系**是一个中心环节。自交系的优劣，不仅要从它自身的生长势、生产力以及对病虫害的抵抗性等进行考查，更重要的是要看它是否具有较高的配合力。即由它组成的杂交一代能否产生强大的生长优势，获得高产的籽粒和其它产物。选育自交系时，通常根据目测对植株外部性状和产量构成性状进行选择。大量的相关研究表明，自交系的生育期、株高、穗位、穗长、穗粗、粒行数等与其杂交种的相应性状有不同程度的相关，但自交系本身的产量与杂交种产量之间的相关系数则很低。因此，不能根据自交系的外部性状对其配合力和杂交种的产量作出准确的预测。最可靠的办法是通过实际组配来测定配合力。

配合力测定的时间，在自交早代或晚代均可。早代测定是在选株自交的当代（S_0）或自交的最初两代（S_1和S_2）进行，晚代测定是在连续多代自交后，自交系的基因型接近纯合、性状基本稳定时进行。实验表明，玉米群体内不同单株之间的一般配合力存在差异，能在自交过程中较早地趋于稳定。因此，通过早代测定就能提前把高配合力的自交早代系筛选出来，以便集中精力在这些材料中继续自交和选择，从而提高育种效率。

早代测定的目的在于了解自交早代的一般配合力，因而通常使用遗传基础比较广泛的群体或天然授粉品种作为测验种。一般作法是在被测的早代系自交的同时，以其花粉与测验种授粉，获得测交种（亦称顶交种），下年进行产量鉴定。根据测交种的产量表现，对早代系的配合力作出评价。60年代以前，玉米育种的重点是培育双交种，所以十分强调一般配合力的重要性。随着育种的重点转向三交种和单交种，自交系的特殊配合力就显得相对重要起来。

晚代测定的目的在于确定稳定的被测系在杂交种生产中的利用价值，偏重于了解自交系的特殊配合力和由它组配的最优组合。采用的测验种为自交系或单交种。习惯的做法是把若干被测系进行双列杂交，组配成$\frac{n(n-1)}{2}$（n为自交系数）各种可能的单交组合，根据它们的产量表现估算出各个系的一般配合力和特殊配合力。另一种简便有效的做法是以生产上推广的若干个单交种或其亲本自交系作测验种，与被测系组配成各种三交或单交组合，从杂交种的产量表现估算出亲本自交系的一般配合力和各个组合的特殊配合力。这两种做法，都可以在评价自交系配合力的同时，选育出新的杂交种来取代原来的推广种。

（宋同明）

玉米品种 (maize varieties)　具有相同的农艺性状和一定的生产利用价值的玉米群体。一个玉米群体在天然异交授粉作用下，有极其复杂的遗传组成和较大的株间差异，经过长期的自然选择和人工选择，能适应各种外界条件并生产人类需求的经济产品，成为表型大体一致、有一定特点的**品种**。在分类上，玉米品种**隶属**于属、种、类型和变种之下。

玉米品种有以下几个特点：①由于株间有较大自然串粉的机会，整个品种群体的**遗传**基础极为复杂；②品种内各株的遗传组成都是杂合的，体现在**生育期**，

株高和穗、粒性状上有较大的株间差异；③表现在植株生产力上的差异，使品种群体无法达到最大的高产水平，同时品种群体有广泛的适应性，所以在不同条件下能够保持产量的相对稳定；④在没有外来花粉的串粉和人为选择的干预下，品种内的基因频率可以在现代与子代之间保持遗传平衡。

玉米品种，一般可在生产田中，用目测法选株、选穗、留种。但留种田应与其它品种相隔离，以免串粉混杂。如果品种数较多，又没有天然隔离条件，则需套袋授粉。为了避免遗传飘迁所引起的退化性变异，留种的株数至少应在40株以上。

中国虽不是玉米的原产地，但地域辽阔，生态环境复杂，加上长时期选择，已经形成了多种多样的玉米品种。根据《全国玉米种质资源目录》(1982)记载，在7 235个玉米品种中，硬粒型、马齿型以及中间型品种分别占到60.2%、12.7%和17.6%。另有糯质型品种7.5%，其他类型品种只有2.0%。以品种间各种性状的差别而言，都有较大的变幅，如全生育期有68～154天，株高变幅为100～390厘米，穗位是10～260厘米，主茎叶数8～28片，行粒数8～26，千粒重47～470克。其中有许多有代表性的著名品种。

小粒红　山东省所产黄硬粒型地方品种，省外邻近地区也有种植。属夏播中早熟种，株高约2.1米，耐旱、耐瘠，较抗倒伏，并抗大、小斑病，适应性强，但耐涝性差，产量中等。穗轴白色，粒色深黄，食用品质好。

文山白玉米　云南南部广泛种植，在文山、红河两州分布最广，为白色硬粒型品种，春播中熟种。株高3米左右，耐旱，耐寒，抗倒，较抗大斑病，易感染绿黑穗病。适应性广，产量中等，籽粒大而光亮，食用品质好。

金皇后　黄马齿型春播晚熟品种。原产美国，1930年引入山西太谷铭贤学校，经数年试种，产量显著高于硬粒型品种，很快在全省推广。其后除北部寒冷地区外，全国都有种植，曾为国内推广面积最大的品种之一。株高3～3.5米，茎粗、叶宽，果穗粗大，穗轴红色。喜肥、水，增产潜力大。对光周期反应迟钝，适应地区广。金皇后与硬粒玉米的配合力很高，50年代，曾是配制品种间杂交种的重要亲本；60年代以后，从中选出了许多优良自交系。易倒伏，不抗大、小斑病，不耐涝，品质差是其主要缺点。

白鹤　白粒马齿型品种，春播晚熟。原产美国，名叫Wooburn White-Peno。1935年引入中国吉林省，经集团选择，定名白鹤。多年试验，增产效果显著。1943年开始推广，50～70年代是辽宁省主要的粮饲兼用品种，种植面积曾达10万公顷左右。全国总计面积23万公顷。株高3米左右，茎秆粗壮，根系发达，抗倒伏，耐涝，耐阴湿，喜肥、水，耐旱性较差。对光周期反应迟钝，适应性广。但要求较高的积温，不适于高寒地区种植。穗粗大，籽粒宽大，产量潜力大，茎秆适宜青贮。

英粒子　黄马齿型品种，春播中熟。1943年由丹麦籍传教士从欧洲带到辽宁省丹东县种植。1950年由原凤城农业试验站用半分法选纯后繁殖推广，在50～60年代一度是辽宁、吉林的主要推广良种。以后引到黑龙江、内蒙古、河北、甘肃等地推广，面积曾达20多万公顷，迄今还有一定栽培面积。各地还用其作亲本配制了一批品种间杂交种，并从中选育出英64等优良自交系，组配成吉单104、白双67、绥玉米2号等杂交种。英粒子株高2.5～2.7米，主茎叶数约18片，果穗细长，粒长轴细，出籽率高，千粒重300克左右，品质较好。本品种抗黑粉病，喜肥、水，丰产潜力大，对光周期反应迟钝，适应性广。

白头霜　黄粒半马齿型品种，又名白顶霜，春播中晚熟。50年代是辽宁省东部山区种植面积最大的品种之一，种植面积达6万～7万公顷。经过各地栽培和长期选择，已经形成了生育期长短不一，株型大小各异，喜肥能力不同的大白头霜、白头霜和小白头霜等品种。株高2.4米左右，苗期耐寒，适于山区湿润地栽培，抗逆，稳产，品质佳。　　（曹镇北）

玉米起源 (origin of maize)　用生物进化观点来探讨玉米的近缘祖先及其演变为现代玉米的过程。经过生态习性、形态特征、细胞遗传和考古学的研究以及长期的学术争论，现在多数学者相信，栽培玉米的野生祖先是一种类玉米。

玉米原产墨西哥或其邻近的中美洲其它地区。在西欧白人到达美洲之前，当地的印第安人早已从事玉米的栽培。全美洲驯化和种植玉米的历史估计已有四五千年，在美国西南部栽培玉米至少也有三千多年。

玉米族(Maydae)内的植物共有7个属，其中*Zea*(玉米属)和*Tripsacum*(摩擦禾属)原产美洲。其余5个属*Coix*(薏苡属)、*Chionachne*(葫芦草属)、*Schlerachne*(硬颖草属)、*Trilobachne*(三裂草属)和*Polytoca*(多裔黍属)原产于东南亚，一般认为与玉米并无亲缘关系。与玉米有关的另一种美洲野生植物是类玉米(Teosinte)，俗称大刍草，分类上原为*Euchlaena*属，现已改为*Zea mexicana*。它包括6个一年生的野生种家族，分布于墨西哥、危地马拉、洪都拉斯的广大地域内，被学者认为与玉米有很近的亲缘关系，在植株外形和花序器官等方面与玉米也有相似之处(图1)。

关于玉米的起源问题，已经历了半个世纪的探讨和争论，基本上可归纳为两种对立的见解。第一种简称类玉米(Teosinte)学说，由G.W.比德尔(Beadle)所倡导，从30年代起他一直坚持类玉米草是栽培玉米的野生祖先，此说为多数学者所接受。第二种观点旧



（a）　（b）

图 1　现代杂交玉米与野生玉米株形比较

(a) 显示玉米单秆结成两个雌穗；

(b) 为类玉米，有较多细茎分蘖，节上结有许多小形雌穗，二者的雄穗极相似。类玉米还有落粒性，适应种子的自然散播，栽培玉米则相反，必须靠人力繁衍后代。

称摩擦禾（Tripsacum）学说，是P．C．孟格尔斯杜夫（Mangelsdorf）于1939年提出，认为类玉米是玉米和摩擦禾杂交后的衍生产物，摩擦禾才是玉米的起源植物。后来，孟格尔斯杜夫修正了原来的假设，把玉米的祖先说成是一种已经绝迹了的野生有稃玉米。而把类玉米看作是由这种野生玉米经突变而产生的种。

支持第一种学说的学者，提供了较多有力的证据来说明类玉米是栽培玉米唯一的原始祖先。从生态习性来看，类玉米和玉米一样，是12～13小时短日照的一年生喜温植物。作为一种野生草类，它分布于墨西哥中部玉米最初驯化的同一地区内。而大多数摩擦禾的种都是多年生野草，具有密集的根茎，这是栽培玉米从来没有出现过的性状。细胞学观察表明，墨西哥类玉米和栽培玉米的配子染色体基数相同，都是n＝10，而摩擦禾的相应基数是n＝18。在现代栽培玉米和墨西哥类玉米的小孢母细胞中，粗线期染色体上的染结往往分布于染色体的近中部位；在摩擦禾和危地马拉类玉米的相应染色体上则以顶端染结为主，说明与玉米染色体特征有明显的不同。从种属间杂交的可能性而言，更能看出它们的遗传差距。已知玉米和类玉米可以在自然条件下进行杂交，L．F．伦多夫（Randolph）曾于危地马拉西北部田间找到过它们的天然杂种F_1 45株以及F_2 3株。用人工方法更容易进行类玉米和栽培玉米的杂交，在其杂种一代中双亲的相应染色体可以联会成对，呈现同源性，导致良好的结实。比德尔曾以原始的玉米种Chapalote与接近玉米的类玉米种Chalco进行杂交育种，从50 000个分离后代中获得近似两亲本类型的机率各为1/500，表明两亲本有5个独立主基因的差别，从而证实了类玉米与现代玉米的遗传亲缘关系。但玉米和摩擦禾从未产生过天然杂交种，即使把玉米的花丝剪短后用摩擦禾来授粉，只能得到少数发育不全的种子，需要再通过幼胚培养，才能发育成苗，而且由此长成的杂种株都是雄花不育的。这就否定了摩擦禾作为栽培玉米有关祖先的可能性。

40年代，在墨西哥南部Tehuacan河谷一些干洞穴内发现了古代人长期遗弃的许多玉米穗，从堆积物的不同层次中挖出的穗轴显示出玉米驯化过程中表现的各种变异。经用^{14}C示踪查明，最古老的墨西哥玉米穗轴是7 000年前生长的类型，其穗轴约2.5厘米，上面着生过50～60个籽粒。孟格尔斯杜夫把它解释为野玉米的遗迹，从而加强了他的野生有稃玉米是现代玉米祖先的信念。但经过审察，比德尔认为这种最古老的穗轴只是代表类玉米经人类选择向栽培玉米过渡的一种变异类型。其理由有三：①发现的古玉米的穗轴较脆，着生两行籽粒，是类玉米较为原始的特征，根本不像现代玉米；②在现代玉米与类玉米杂交的F_2后代中，可以获得像古代玉米那样的穗轴；③如果把发现的最古老穗轴看作是靠了脆裂穗轴来散播种子的野玉米，那就很难理解经过收获脱粒后怎能再以整穗运进洞穴，要是像实际情况那样，穗轴不是脆裂的，那末，在不经人类的帮助下，这种“野生玉米”如何能自己散播种子来繁衍后代。

1954年，在墨西哥城地下70米深处钻探到花粉粒化石，经哈佛大学古植物学家E.S.巴洪（Barghoarn）鉴定，根据花粉大小，说是属于玉米花粉粒。这给野生玉米的支持者提供了又一个证据。比德尔对此提出了疑问，认为原始玉米和类玉米草的果穗和花粉都是较小的，而发现的化石花粉粒比之原始“野生”玉米的花粉粒要大得多。因此，一种可能的解释是这块化石中夹杂了4倍体的类玉米花粉。另一种可能是在钻探取样后发生了近代玉米花粉的污染，因为钻探是建筑任务，并无避免污染的技术措施。后来，W．C．加里纳脱（Galinat）指出，单凭花粉粒的大小，不足以把玉米和类玉米区别开来，不同的类玉米花粉粒确有大小之分。因此，从化石鉴定中得出的结论并没有解决玉米的起源问题。

野生的类玉米子实被一种坚硬的果壳所包被，不便为古代人取食，故一度认为类玉米不可能是现代玉米的起源植物。实际上，无论是尚未坚硬化的，或是经过加热而能爆出来的子实都能供食用，其品味无异于爆裂玉米。在类玉米中发生的一个长稃（tunicate）显

性基因突变可把原来的硬果壳变成较浅的杯状托（cupule），使子实紧包在软质长稃之内，到成熟时穗轴难以断裂，稃粒就容易脱下了(图2)。这样一个简单的基因突变是类玉米转化成为栽培玉米祖先的关键。随着以后发生的其它突变以及人工选择的作用，古代印第安人就能逐渐选出穗轴不会脆裂，稃颖已经萎缩，籽粒完全外露的栽培玉米类型。在此长时期的驯化过程中，杯状托的形状也将由高变低，由窄变宽，使籽粒间留下的空隙越来越小，最后变成现代栽培玉米那种排粒紧密的状态。最近，加里纳脱对不同进化程度的类玉米，原始玉米和栽培玉米的杯状托作了系统的研究，得出结论：现代栽培玉米一定是由长有杯状托果壳的祖先植物演变而成。这就排除了摩擦禾在玉米起源中的可能性，肯定了类玉米是栽培玉米的起源植物。

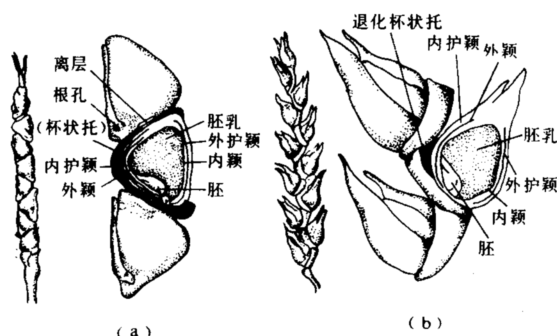


图 2　在类玉米中发生一个长稃基因突变的结果
(a) 雌穗上每颗籽实的坚硬果壳(杯状托)变为较浅的退化基托。
(b) 护颖伸长。长稃突变的类玉米雌穗成熟时不易折断，籽实容易脱粒，更便于取食，这是由类玉米转变为栽培玉米祖先的关键性步骤。

类玉米在中美洲逐步驯化为栽培玉米以后，不同玉米种族间会经常发生杂交，产生形形色色的变异类型。根据细胞学和遗传学的研究以及考古和历史记载，现在分布于美国中西部玉米带的最高产马齿型玉米，就是由北部硬粒型玉米和南部典型深马齿玉米杂交和选择的产物。

参考书目

Georg, W. Beadle, *The Ancestry of Corn*, Scientific American. 1980.

（李竞雄）

玉米群体改良 (population improvement of maize)　运用**轮回选择**方法，使玉米天然授粉品种、人工合成种的产量和农艺性状得到周期性提高的一种育种方案。与现行杂交种选育不同，群体改良的目标主要在于获取性状得到改良、株间仍有差异的杂合群体，而不是性状整齐的单交种或双交种。在育种方法上，它并不遵循培育自交系和组配杂交种的做法，而是采用优良株的多次选择、互交和综合，强调整个群体遗传素质的逐步提高。另一个区别是经过改良的群体，可在生产上直接利用，便于农民自行留种，能够保持上下代之间的遗传平衡和产量稳定。而杂种玉米则只能利用一代，必须年年制种。改良了的群体又可以作为选取优良自交系的重要来源，因此，应当把群体改良和杂交种选育看作是互为补充的育种手段。在长期推广玉米杂交种的国家，由于育种材料日趋单一化，生产用种的遗传脆弱性比较突出，极力提倡以群体改良来提高品种资源的利用价值。

玉米群体的一般概念是同一集团内各个组成个体的遗传型是杂合的，个体之间的基因型和表现型又是各不相同的，但整个集团则有大致相同的基本特性和一定的平均值。依此概念，可以把玉米群体分为下列5种类别：①天然授粉品种，就是一般所说的农家品种。②**综合种**，即由10～24个优良自交系相互杂交重组的人工合成品种。③品种或综合种之间的杂交种。④**单交种**和**双交种**的F_2世代。⑤**复合种**，由来源不同的天然授粉品种、综合种、杂交种和自交系进行相互杂交的复合性材料。实验指出，这 5 种群体在产量上的加性方差和显性方差、显性/加性方差之比以及遗传力估值有很大的差异。

建立基础群体是开展群体改良的第一步工作。基础群体是作为改良用的原始材料，必须具有遗传多样性，含有一定频率的有利基因，并能表现出较大的加性效应。在改良工作开始以前，应将所需改良的目标性状明确起来，力求它们的遗传方式比较简单，这样才能在以后获得明显的选择效果。对于组成基础群体的材料要有所了解，特别是它们的配合力、适应性以及对某种病害的抗源等。建立基础群体的方法因所用群体种类而异。在合成综合种或复合种时，原则上应使各个组成材料有参与杂交重组的同等机会。具体做法是在隔离区内种下不同组成者作母本，用各个母本的等量种子混合，作为共同的父本，以后对母本进行去雄，从母本行株上获取半姊妹方式杂交的种子，就是基础群体。此外，也可采用双列杂交方式，来获得这样的群体。为了增加基因重组机会，打破显性有利基因与隐性不利基因之间的连锁，基础群体在刚刚合成后，应在隔离条件下相互串粉1～2次。基础群体不宜太小，选择不必过分严格，以便尽可能保持群体的遗传平衡。如果在群体改良方案中还有兼作选育自交系的计划，那就不应在基础群体中较早地进行自交，把未经重组的基因型固定起来。

国内外许多育种单位，从合理利用品种资源出发，把玉米的群体改良工作看作是战略性的长期计划，这是它的一个主要特点。玉米群体改良还是一种开放性育种方案，可以在改良过程中将一时不能适应生长的

外来种质结合进去，以增加外源基因的频率。在组成群体时，它既可以输入现成的自交系，到了改良的高代阶段又能输出水平更高的新自交系。从这些作用来看，改良群体实际上是基因重组的富有种源库。但群体改良毕竟是一种长期见效的方案，实验表明，各种轮回选择法的每轮增益并不太大，但多轮选择积累的效应就比较显著。C. O. 高德纳(Gardner)在总结改良穗行选择的效果时，获得了每轮平均产量增进2.4～5.3%的数值，与一般材料的反应结果比较接近。

迄今为止，各国已先后育成了不少著名的玉米群体，其中熟知的有美国依阿华州的 BSSS（坚秆综合种）、BS 10、BS 11（双穗综合种）、BSLE（长穗综合种）等。墨西哥国际玉米小麦改良中心选育的一个强适应性群体Tuxpeno 1（又称墨白1号）以及泰国的Suwan 1（苏莞1号），已在中国南方利用种植。中国开始玉米群体改良工作较晚，在北方合成的群体正在进行多轮选择的有吉综A、吉综B、中综2号及以金皇后为背景的抗病改良种、陕西的长穗大粒群体等。

玉米的群体改良工作正在进一步发展。过去以转育单穗基因如o、sh、wx等为目标的品质育种，往往以选育自交系为对象。现在则主张先行合成群体材料，再从中选系，可以获得多种遗传型的自交系，是比较完善的策略。即使在普通玉米的选系工作中，也强调通过群体改良，更为有效。为了同时能改良多种目标性状，正在群体改良方案中引用选择指数法。需要兼顾自交系选育的，可以采用半姊妹与鉴定S 1系相结合的两种轮回选择。对于育种工作比较薄弱的发展中国家来说，值得试用一种综合育种方案，包括下列几个环节：①育成两个或多个能显示群体间杂种优势的广基础群体；②依照常用的轮回选择法对每个群体进行改良；③将每轮改良的群体进行杂交，以验证其遗传增益，由此获得的早代轮选群体间的优良杂交种可以直接用于生产；④在轮选工作的任何时期可以提炼新的自交系，作为产生商用杂交种之用。应当强调指出，要想培育能满足市场要求的高产优质玉米杂交种，必须着眼于优良种质的发掘，开展群体改良工作。

（李竞雄）

玉米施肥 (fertilizer application of maize)　通过人工补给养分以满足玉米生长发育需要的一项增产措施。玉米是需肥较多的高产作物，主要产区的土壤普遍缺少氮、磷，部分土壤又缺钾和微量元素。因此，针对性地增施肥料会有显著增产效果。根据中国农业科学院土壤肥料研究所1982～1983年全国化肥网试验的总结资料，平均每千克N、P_2O_5和K_2O可分别增产玉米13.4、11.1和1.6千克。

玉米对氮的需要量最大，钾次之，磷最少，其它的就更少了。各种矿质元素占玉米植株总干重虽不足5%，但对全株的生长发育却十分重要，主要是促进体内各种生理代谢活动并保证器官的正常发育。如果土壤速效养分中的碱解氮低于20ppm，速效磷低于10 ppm，速效钾低于50ppm，玉米的生长发育就要受到严重影响，必须通过施肥加以补足。在一般生产条件下，需要增氮、磷肥，部分地区尚需施用钾肥，在某种石灰性土壤上还需加施锌、硼等微量元素。

玉米全生育期的吸肥量因种植方式、土壤肥力和产量水平而异。据试验，春玉米每亩产量476.5千克，共吸收N13.83千克，$P_2O_5$6.42千克，K_2O12.03千克。即每形成100千克籽粒，需吸收N2.90千克、P_2O_5 1.35千克、K_2O2.52千克，N∶P∶K为2.2∶1∶1.9。夏玉米，当每亩产量338.65千克，则需N11.95千克，P_2O_5 5.02千克；K_2O 7.10千克。即每生产100千克玉米籽粒，需从土壤中吸收N 3.53千克，P_2O_5 1.48千克，K_2O 2.10千克，N∶P∶K为2.4∶1∶1.4。可见春玉米和夏玉米的施肥效果以及对三要素的需要比例是比较接近的。参照这些数据资料，并联系土壤供肥能力及化肥利用率，可以计算出达到某种产量水平的施肥用量。

玉米在不同生育时期的需肥量有很大差别。苗期生长缓慢，吸收养分也少。拔节后，吸肥量随植株生长而迅速增加。开花期是需肥最高峰，以后又逐渐减少。抽穗前10天至抽穗后30天左右，是玉米一生中需肥量最多的时期，能吸收总氮量的70～75%、总磷量的60～70%和大约65%的钾。充分满足这一阶段的养分需要，是玉米施肥必须掌握的原则。如果施肥量较少，应集中一次在抽穗前10天施用。在肥料充足的情况下，则以拔节前和抽穗前10天两次追肥为宜。两次肥料用量如何分配，要根据种植方式和土壤肥力水平而定。对于高肥力土壤或是施足了基肥的春玉米，应前期少施后期多施；套作玉米和夏玉米，一般很少施用基肥，则前期多施。

（陈国平）

玉米收获 (harvesting maize)　用手工或机具收取成熟的玉米果穗和籽粒的过程。入库前还要完成晾晒、脱粒、干燥等项作业。及时做好收获工作可以保证玉米产量，保持产品品质，避免田间损失，并为后茬作物及早腾地。

玉米的适宜收获时期，因用途不同而异，做粮食用的，一般可在完熟期及时进行收获，为了降低籽粒含水量，可以适当晚收；如果玉米后茬还要及时播种冬小麦、油菜等作物时，则可提前在蜡熟末期收获。留种用的玉米籽粒品质与翌年产量有密切的关系，更应严格掌握其收获时期。甜玉米的采收适期应在穗粒内含糖量最高、风味最好的时候进行，一般是授粉后20天左右。

收获玉米的方法因地而异。中国以手工掰取果穗为主；在前后茬口较紧，为便于及早腾地，也可用镰

刀连株砍下，等晾干后再收果穗。国外一些玉米主产国，则用玉米联合收割机在田间一次完成收获。中国东北大型国营农场有用机器联合收获的，切割茎秆、摘穗、脱粒和切碎茎叶等全部工序一次完成。也可以采用先切割植株，后分段收获方法。

玉米收获后必须进行干燥，使籽粒含水量降到13～14%的安全标准，进行贮藏才能保持种子的发芽力以及良好的食用品质。用风干法干燥果穗有各种不同的做法。常见的是将果穗平铺在晒场上，厚约10～15厘米，经常加以翻动；也有把果穗苞叶剥开成对结起来，交叉搭挂在向阳通风的立柱上进行自然干燥。机械干燥具有效率高、速度快、温湿度容易控制等优点，在中国东北广泛应用热力对流式烘干机。但自然晒干比机械干燥更好，它能保持玉米籽粒的优良品质和品种固有的典型色泽，因而商品价值较高。

（李维岳）

玉米套作 (maize relay cropping)

在前作物生育后期，将玉米播种于预留空行内，以充分利用生长季节的一种栽培方式。玉米与冬小麦套作是中国北方平原灌溉地区的一种主要种植方式，其次有玉米与春小麦、大麦、豌豆等的套作。

套作最大的优点是可以利用生育期较长的高产品种，对光能的利用比较充分。在中国北方可将原有的两年三熟制改为一年两熟制；在南方也有利于调整茬口、进行轮作复种。但套作玉米存在着操作困难，费工、费时，容易缺苗，幼苗生长不够整齐，病虫害较重等问题。玉米与小麦套作有3种主要形式：

窄行套种　一般是每隔3～4行小麦预留一个宽26～33厘米的空行，在12～16行麦畦的两侧，筑一个宽约40厘米的畦埂。麦收前10～15天在畦埂上和预留空行内分别套种一行中熟的玉米品种，麦收之后玉米就长成60～70厘米等行距的苗株（图1）。这种套种方式玉米的种植密度大，且植株分布均匀，产量较高。在热量条件较充足的山东、河南、河北中南部和山西南部等地区多采用。

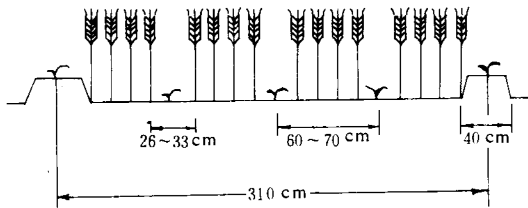


图 1　窄行套种

小带距宽埂套种　种麦前先将土地整成150～180厘米宽的小畦，两畦之间筑一个宽67厘米左右的畦埂。畦里播种冬小麦6～8行，麦收前一个月左右在畦埂上套种两行中晚熟品种的玉米，麦收后玉米就成为宽窄行相间的种植形式（图2）。这种套种方式，小麦占地面积仅为全田的60%左右，产量受到一定的限制。但玉米可以早套，每公顷种植密度可高达45 000株左右，行株距布局也较合理，有利于增产。这种方式主要分布在热量条件供一季生长有余，而两季不足的河北、东北部和京、津地区，尤其在低洼易涝和土地不平的地区采用较多。

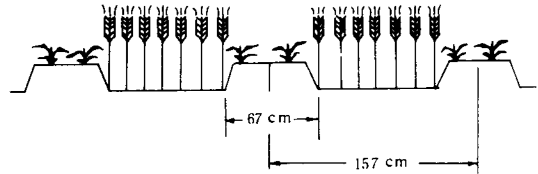


图 2　小带距宽埂套种

大带距宽埂套种　带宽200～400厘米，带间筑一个宽约67厘米的畦埂，埂里秋播12～22行小麦。麦收前一个月左右，在畦埂上套种两行中晚熟品种的玉米，麦收后再在畦里的麦茬地上复种若干行早熟品种的玉米、豆类或薯类作物（图3）。这样连续套种方式，在一年内可先后种植三种作物，连获三次收成，故俗称"三种三收"。中国西南部丘陵地区的旱地上，小麦、玉米、甘薯三茬套种仍占有重要地位。

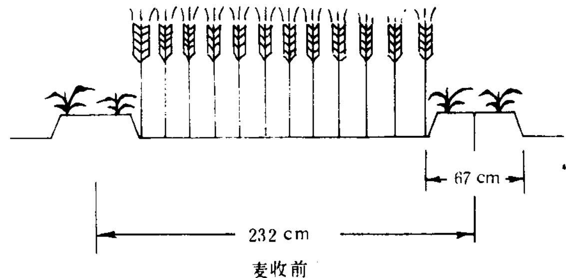


图 3　大带距宽埂套种

套作玉米因受前作物的影响，很容易缺苗，前期生长缓慢而瘦弱，应在套种前浇足底墒水，并适当增加播种深度，以保证种子发芽所需要的水分。为了促进套种玉米苗壮早发，重视增施基肥，前作收获后，要采取早定苗、早追肥、早浇水、早中耕和早治虫等田间管理措施。

（陈国平）

玉米雄花不育 (maize male sterility)

玉米的雄花败育、雌花正常、接受其它花粉能正常结实的一种遗传特性。具有这种特性的自交系称为雄花（雄性）不育系。这种不育系要用相应的同名正常系进行授粉，繁殖种子，由此产生的后代仍然保持雄花不育特性和原有的农艺性状，这类同名系则称为雄花不



雄花不育系和保持系的雄穗外观

育的**保持系**。

玉米雄花不育有细胞质遗传和细胞核遗传两类。前者实际上是一种核质互作型。现在生产上应用的主要是细胞质雄花不育，用cms符号表示。这种不育特性是通过母本细胞质遗传的。根据杂交组合育性恢复的测定试验，已将玉米中发现的许多种细胞质雄花不育归纳为T、S和C三组基本类型。分子遗传学研究表明，这些不育类型间存在的差异主要是由于细胞质内线粒体DNA分子结构上的差异所造成的。

在三个雄不育类型中，有利用价值的是C型，通常写成cms-C。最初的C型雄不育来源于巴西的一个卡罗阿(Charrua)品种，它的不育性比较稳定，能抗玉米小斑病。其次是S型，以cms-S表示。原来的cms-S型来自美国农部的一个材料，S型易受环境条件的影响，育性不稳定。T型雄花不育以cms-T表示，因易受玉米小斑病菌T小种的专一性危害，已停止使用。

要把细胞质雄花不育用于育种实践，应先将作母本用的正常系转育为雄花不育系，通常用回交方法来做这种转育。以自交系黄早四为例，先选定一种适当的细胞质不育系(如B37cms-C)做母本，以黄早四做父本进行杂交，由此长成的杂交的一代是雄不育单交种，表明黄早四自交系对cms-C没有恢复能力，次年就以这个不育单交种作母本，按单株成对杂交方式，再用黄早四进行回交。在回交后代中选择带有黄早四性状的雄花不育单株，再进行连续回交。如此经过4～5代后，被转育的不育单株越来越像黄早四，最后就能得到稳定的黄早四不育系。

另一类细胞核雄花不育是受细胞核内有关隐性基因控制的，简称核不育。已知玉米的雄花不育基因有20多个，它们是一系列独立的隐性基因，都以ms符号表示，有ms1、ms2、ms5……ms17等。其中单个基因的隐性纯合体ms ms表现出完全的雄花不育，而一般的正常玉米具有纯合显性Ms Ms的个体则能使核不育的杂交后代恢复正常散粉。只有杂合显性Ms ms基因型的有花粉个体与核不育ms ms个体杂交之后，才能出现简单的1∶1分离，其中一半是雄不育株，另一半是正常散粉植株。因此，这种核不育不能在生产上直接利用。E.B.帕特森(Patterson)曾设计出利用染色体易位与有关核不育基因相互连锁的细胞遗传技术，育成了一个重复、缺失染色体节段与核不育基因相连锁的双重杂合体，当作一种保持系，用它的花粉授到核不育系后，其后代全部都呈雄花不育性。但这种保持系材料生长较弱，花期往往不遇，产籽率低，至今无法用于生产。

位于玉米第6染色体上的一个雄不育ms_1基因，已知与控制白色胚乳y基因密切连锁。利用这个特点，通过回交转育方法可以把ms_1基因有目的地转育到优良的黄胚乳自交系中，然后靠目力或光电仪器把穗上分离的黄、白色两种籽粒分选出来，所得纯白籽粒是该系的雄花不育系，黄色籽粒则是两个密切连锁基因的双杂合体，就能起到保持系的作用，用以繁殖白粒的雄花不育系。实践证明这种方案是可行的。

(沈菊英)

玉米遗传学 (genetics of maize)　以玉米为对象，研究性状**变异**及其**遗传**机理的遗传学分支学科。从研究的发展情况来说，应包括经典遗传学、细胞遗传学、分子遗传学和**数量遗传学**等。

玉米是二倍体植物，株体各部分性状的变异谱很广，染色比较大，花序异位，花粉量大，便于杂交，产籽量多，经济价值高，是研究遗传的好材料。经过多年的积累，研究玉米遗传所必须常备的材料比较丰富多彩，如各种**突变体**、胚乳糊粉层色素基因一系列测验种、十个连锁群、某些性状标记**基因**、等位基因系、同源四倍体、三体、**染色体易位**系、A-B**易位系**、**倒位**以及若干套遗传调节控制系统的材料。这些研究材料的利用、保存和交流，不但对玉米遗传学的发展起着重要的作用，而且在阐明生物遗传的基本规律和理论创新上作出过贡献。例如，可移动遗传因子首先是在玉米中由B.麦克林托克(Mc Clintock)于50年代发现的，为此，授予她1983年度诺贝尔奖金。

简史　关于玉米性状遗传的研究早在1910年已有所报道。R.A.艾默生(Emerson)首先对果皮红斑色P-VV基因的表现作出了体细胞变异的解释，接着在20年代发表了"植株花青素色互作基因A、B、Pl"以及"胚乳糊粉层色泽互作基因A、A2、C、R、Pr"两篇名著，为玉米遗传学的发展奠定了基础。第一本玉米**连锁遗传**总结是汇总了许多研究者的实验资料在1935年出版的。30年代初期，B.麦克林托克发现了

10个粗线染色体可资辨认的形态特征以后，玉米的遗传学研究就与细胞学紧密结合起来，使遗传性状的连锁交换与染色体交叉的平行关系得到了充分的验证。用X射线诱发玉米基因突变是与果蝇试验一样在1927年前后同一时期内得出结论的。从40年代末到60年代初，玉米研究逐步深入到基因结构的复合性、易变性和基因表达的时空关系等方面，发现了几套遗传调节控制系统，包括可移动的Ds-Ac系统。与此同时，由于玉米育种实践的需要，数量遗传学得到了较快发展，从而对经济性状的衡量处理提出了合理的统计分析，还提供了一系列遗传参数和选择方法，来指导育种实践。在细胞质遗传领域内，由于雄花不育性的发生机制与线粒体 **DNA** 片段结构有关，这类研究从70年代起提高到分子遗传学的水平上。

成就　玉米遗传学文献中迄今报道过600～1 000个突变基因。经过等位性和多型性鉴定后，1982年E．H．柯(Coe)等三人重新汇编了一本记有染色体位置和表型描述的玉米遗传因子名册，并附有连锁图，列有基因472个，其中标定染色体号数和位置的为369个。这些基因位点数还不包括改编连锁图上28个A-B染色体易位的已知断点。这些已经定位的基因在玉米10个染色体上的分布是不均匀的，以第1染色体上的最多，标定了26个位点；第8染色体上的最少，现在只定了4个基因。以基因的特征和性质来说，在有关胚乳性状的基因中，如Y（黄胚乳淀粉层)和fl2（粉质)等有明显的剂量效应。表现一因多效的，则有影响叶绿素、类胡萝卜素和种子休眠性等性状的基因。大多数基因的作用都能显示细胞的自主性，即发生变异的组织或细胞不会影响其邻近的部分，如Sh(非凹陷)、Sh2(非超甜)、Wx(非糯)、Y（黄胚乳)、cms-S（S型雄不育胞质)等。此外，在玉米中还发现了分离比例为15∶1的重复基因，如B（花青素株色加强)与R（胚乳糊粉层颜色)、pg11与pg12(浅绿黄条叶色)之间的互作关系，这在二倍体植物中是少见的。

研究指出，不同的遗传系统能影响玉米一生中各种器官、组织、细胞的形态、生理和生化性状。变异繁多、最为明显的是玉米籽粒胚乳部分的外形、质地以及成分含量上的变异性状，并已联系到生化代谢途径上的差异。例如，从Sh胚乳提取物中找到的淀粉凝胶电泳上一条蛋白质带，不能在sh胚乳中显示，说明Sh是合成这种蛋白的结构基因。对胚乳性状的研究已从外形描述深入到生化机制，如在一系列不透明胚乳即opaque(o)基因中，发现的奥帕克-2(O-2)基因，有提高籽粒赖氨酸含量的显著效应。影响花青素色的基因数目、互作关系、本身结构和功能的分化，所影响到的组织部分，虽有错综复杂的关系，但基本上已经搞清楚了。通过积累的研究结果，现在知道有117个基因位点可以影响玉米各部分叶绿素和类胡萝卜素的生成、含量和分布。决定矮生或半矮生的遗传基因，查明有br(短节间)、bv(矮株)、cr(矮株宽皱叶)、ct(半矮)、mi（小株)、na（直立矮)、rd(半矮)和td(厚雄穗矮株)等13个。但另一组矮生基因中的d1对一定浓度的赤霉素酸有伸长节间的反应。基因还能影响器官的发育，例如ra(高粱穗形)、Tu(长稃)、lg(无叶舌)、gl(光叶)等，后两个基因还有一系列不同的等位基因存在，即它们的表型相同，但受不同位点基因的控制，故在杂交一代时会因互补而呈正常性状。一系列雄花不育基因ms和三种雄不育胞质的相应恢复基因，影响着雄配子的发育。此外，一系列配子体Ga基因的作用能使含相对隐性ga基因的花粉减低受精速度，无法与自身的Ga花粉竞争，从而导致杂交不实。由遗传控制的各种同功酶电泳特性变异已发现了30个以上的基因位点。近年来，对于各种玉米病害和虫害的抗性基因及其遗传规律已有不少了解和进展；在抗药性方面还查得自交系GT112 对阿脱拉嗪除草剂有敏感反应，是由一个隐性基因所决定。

50年代初，B．麦克林托克报道了玉米中独特的控制调节系统，说明籽粒上出现的色素花斑现象与染色体断裂、基因调节和发育模式有密切关系。在这个系统中，Ds(dissociate，解离）是控制因子，能从其所处的第9染色体短臂位置上到处移动，在离开原位不远处控制其它基因的活动功能，也控制原位染色体的完整性和断裂地点，并在断裂的次数、时间和状态上有改变其本身功能的作用。另一个组成部分称作Ac(activator，激活)是调节因子，对Ds的移动起调节作用，造成染色体的断裂，这是可从细胞分裂时观察到的。因此，如用带有C-I（色素抑制基因)，Sh、Bz（非古铜株粒色)、WxDs(标准位置上)以及与之不连锁的1个Ac因子的花粉授到带有C、sh、bz(古铜色)、wx而不带有Ds和Ac的母本花丝上，将结成两类籽粒。结果未经Ac因子授粉的是非凹陷、非糯的无色粒，不呈花斑现象；接受了Ac因子的胚乳，由于Ds因子在某些细胞中产生染色体的断裂而把带显性基因的一小节段排除在发育的组织之外，呈现嵌斑型的C、sh、bz、wx表现型，成为花斑籽粒。这两类籽粒大致成1∶1的比例。此外，在玉米中还有Dt与a-m_1和Spm 与 a-m_1等若干套调控遗传系统的报道。以Dt与a-m_1系统为例，Dt为自主调节因子，a-m_1为胚乳糊粉层色素互作基因中的一个隐性因子，其稳定性受Dt所控制。当Dt存在时，a-m_1能回复突变为A，在糊粉层组织中较早较多的发生，从而产生大小不一、数目较多的有色点状斑块。如Dt不存在，a-m_1就比较稳定，不能产生这种色点斑。

玉米的细胞质遗传现象最初是在某些叶绿色变异型中发现的，以后是以一种ij(iojap)基因决定的花斑体为材料，研究阐明了细胞质与基因之间的遗传关系，

最近还对它进行了分子水平的分析。50年代前后，陆续查到的30多种雄花不育细胞质，后来归纳为大致3大类别（属于T、S、C型），为育种应用提供了方便。但到了70年代，由于其中一类胞质受到了专化性病菌小种的侵害，这类细胞质遗传研究就同抗病遗传、分子遗传学结合起来。

应用　玉米遗传学可以多方面的为育种工作服务。一些突变体的利用可以直接变成新的商用品种，如su基因作为甜玉米，sh_2变成超甜玉米，o_2是高赖氨酸玉米的主要种源。要把这类或其它单基因分别转育到某个品种或品系中时，需要运用回交选择等基本遗传原理。杂种玉米的创造和应用就是在自交衰退、杂种优势等理论指导下完成和发展的。利用染色体结构变异如易位等的特征，可以设计出一套转育方案，用于针对黑穗病和欧洲玉米螟的抗性育种工作。用射线照射来消灭害虫的方法就是根据易位的细胞遗传学原理作出的。从染色体数量变异中引导出四倍体和单倍体育种的想法和实践，最早是在玉米中做到的。应用细胞质雄花不育性及其恢复性可以帮助杂交玉米的繁殖制种工作，大大节省了工作量，保证种子的纯度。许多新的更有效的玉米育种方案和方法，是在数量遗传学和一般遗传学原理的指导和启发下提出和采用的。随着遗传学水平的提高，它的应用范畴将越加扩大。

参考书目

Coe, Jr. E.H. and M.G. Neuffer, *The Genetics of Corn, Corn and Corn Improvement*, U S A. 1977.

（李竞雄）

玉米移栽 (maize transplanting)　先在苗床内育苗，而后按一定行、株距移到大田定植的一种玉米栽培方法。**移栽**的主要优点是：①**播种**、出苗和幼苗期在苗床内进行，可使玉米在本田的生长期缩短20～30天，因而有可能采用增产潜力较大的中晚熟品种。②在无霜期较短的地区，可以躲避秋霜的危害，在多熟制地区，则能缓和前后茬作物争农时的矛盾。③移栽后植株整齐，根系发达，抗倒伏能力强。④植株矮壮，适宜密植，一般每公顷可以多栽7 500～15 000株。但是，实行移栽需占用苗地，苗床管理和移植费工，栽后必须及时浇水。因此，移栽仅限于人多地少的地区应用。

玉米移栽包括**育苗**和移栽两个环节。培育适龄壮苗，是决定玉米产量的重要因素，通常是采用在肥沃土制成的营养钵或营养土块内播种育苗的方法。营养钵多为圆筒形，高7～8厘米，直径6～7厘米，中间留一个播种穴；营养块则为厚7～8厘米的方格土块，中间留一个播种穴。这两种方法虽较费工，但带土移栽伤根少，缓苗快，成活率高。也有采用苗床育苗的，即直接在施足肥料的苗床内筑成130～150厘米宽的小畦，按5～6厘米见方播种一粒种子，成苗后移栽。不论那种育苗方法，都要控制好水分和温度，使秧苗健壮、整齐。在气候冷凉的地区，苗床播种后宜用**薄膜**覆盖，薄膜下温度若超过30℃时，需揭膜通风、降温。

移栽时应注意掌握的技术要点：①适宜的苗龄。中国东北地区的春玉米和南方的秋玉米以3～4片可见叶移栽为宜。②营养钵和营养土块育苗移栽的，要尽量避免土散和伤根；苗床育苗的要随栽随起苗，尽量多带土、少伤根。③移栽时要按一定的距离开沟，墒情较好时可先移栽后浇水，墒情不足时要及时破除板结，促进生根，以利返苗。④移栽后要及早查苗、浇水、施肥和中耕松土，以促快返苗、早发苗，积累更多的有机物质，达到高产。　（陈国平）

玉米杂交种选育 (breeding of hybrid maize)　不同**品种**或自交系间杂交组配成具有生产优势的**杂交种**的选育、评价和鉴定工作。**玉米杂交种**一般都有明显的**杂种优势**，表现出生长整齐健壮、茎秆坚韧、叶色浓绿、代谢旺盛、抗病抗虫、抗逆性强，因而比亲本品种（系）或天然授粉品种显著增产。30年代初，玉米杂交种首先在美国得到应用，随之各国玉米生产情况发生了很大的变化，玉米育种方法也逐步转变到以选育**自交系**、组配杂交种为主的道路上来。在许多国家中，生产和经营玉米杂交种子已发展为一项重要的企业，世界每年共有近250万吨玉米杂交种子投入市场。

类别　玉米杂交种可分为品种间杂交种、自交系间杂交种和品种与自交系间杂交种三大类。

品种间杂交种由两个不同的自由授粉品种杂交而成。由于两个亲本品种的遗传组成都是杂合的，品种间杂交种各种性状不太整齐，这样就会降低由杂种优势带来的增产效果，所以品种间杂交，在玉米生产中没有被广泛采用。

自交系间杂交种，是由两个或两个以上自交系通过的一次或几次杂交而产生的杂交种。生产上广泛应用的有**单交种**、**三交种**和**双交种**。它们比天然授粉品种和品种间杂交种具有较大的杂种优势，从而增产效果显著，其中以双季种的应用时间最早。70年代以来，各国推行以单交种为主，综合利用三交种和双交种的方针，使玉米育种的技术的利用更加合理有效。

品种和自交系间的杂交种常称顶交种，是指一个天然授粉品种与一个自交系或单交种进行杂交的一代杂交种而言的。在玉米杂交种尚未广泛研究和利用的地区，顶交种可作为一种初级杂交种推广利用。

选育　包括自交系选育和杂交种组配两部分工作。

自交系选育　见**玉米自交系**。

杂交种组配　选用杂交亲本的原则是：双亲之间适应地理区的距离较大，亲缘关系要远；两亲本的性

状差异明显，同时具有的经济性状要彼此互补，亲本自交系必须具备较多的优良性状和较高的配合力；亲本自交系的开花期比较接近，通常是以较早熟的作母本，花粉量较多的作父本，以便于制种，产生较多的杂交种子。

组配单交种　在自交系数量不多的情况下，可采用双列杂交法来配制单交种。如有n个自交系，则可组成$\frac{n(n-1)}{2}$单交种。包括了父、母本互换的所有正交和反交。如果自交系的数目较多，可以预先选定一两个骨干自交系作为测验种。用以选出的优良系进行测交，以免做过多的双列杂交，提高组配效果。为了提高单交种子的生产量，还可以利用姊妹系间的杂交，来配制改良单交种。以单交种（A×B）为例，可以改配成（A×A1）×B、A×（B×B1）或（A×A1）×（B×B1）。其中A和A1、B和B1分别为各自的姊妹系。这种改良单交种在形式上和配制程序上很像三交种和双交种，但在遗传组成上是单交种，其产量和单交种相近，但生长整齐度不如单交种。

组配三交种　一般以两个自交系先行杂交组成的单交种为母本，然后以第三个自交系为父本交组成三交种。

一个三交种有三种组配方式，通过几个单交组合的产量表现，可以预测某个三交种的最佳配合。例如当查明单交种A×D和B×D的产量和性状是最好的，就应该用A×B单交与D系配成三交种的最佳组合。这是因为D系与A系和B系都有较好的配合力，所以D系与单交种A×B配成的三交种产量最高。如果这三个系的粒型或成熟期有差别，又想获得籽粒好或熟期早的三交种，就应配成（硬粒系1×硬粒系2）×马齿型或（早熟系1×早熟系2）×稍晚熟系。这样可以提高三交种的整齐度，还可不必错期播种。如果采用其它配合方法，就会使三交种的粒型和成熟期在株行出现分离。

组配双交种　选用多个较好的单交种分别配成各种可能的双交种，再鉴定比较，选其优良双交种用于生产。也可用一两个最优的单交种作为测验种，分别与其它单交种组成双交组合，再评选出其中最佳的双交种。一个双交种的四个亲本自交系，如果有粒型和成熟期上的差别，那末应该采用（硬粒型1×硬粒型2）×（马齿型1×马齿型2）或（早熟系1×早熟系2）×（较晚熟系1×较晚熟系2）等排列方式为佳。这比（硬粒系1×马齿系1）×（硬粒系2×马齿系2）或（早熟系1×较晚熟系1）×（早熟系2×较晚熟系2）等组合方式有更大的杂种优势和较好的整齐度，而且也便于制种。为了加快选育速度，提高育种效率，可以根据单交种的产量来预测双交种的产量。在由四个自交系组成的六个单交种中，用两个较高产的单产种组成的双交种，产量往往比两个较高产的单交种组成的双交种更高。这是因为自交系间最大的杂种优势能在双交种中充分表现出来。常用的预测方法有：①用A、B、C、D四个亲本自交系可能组成的六个单交种的平均产量来预测双交种的产量，例如预测双交种（A×B）（C×D）的产量则用下列公式：$\frac{(A\times B)+(A\times C)+(A\times D)}{6}+\frac{(B\times C)+(B\times D)+(C\times D)}{6}$。②用A、B、C、D四个非亲本自交系组成的四个非亲本单交种的产量来预测双交种的产量。即预测双交种（A×B）（C×D）的产量时，则用下列公式：$\frac{(A\times C)+(A\times D)}{4}+\frac{(B\times C)+(B\times D)}{4}$。育种实践表明，后一种方法比较准确，目前已广泛应用。

双交种的选育还可在已经推广的单交种的基础上进行某种预测。例如，单交种A×B已在生产上推广，就可以把选得的一系列优良自交系与这个单交种进行预交，配成许多三交种，然后根据不同三交测交种的表现选出新的双交组合的组成系和组成单交种。例如测得（A×B）×C和（A×B）×D这两个三交种表现突出，产量优于其它测试的三交种，那么就可以配成（A×B）×（C×D）双交种。

评价和鉴定　通过任何方式方法产生的杂交种，必须经过一系列评价、鉴定程序，选出优良适宜组合，才能投入生产。通常采用的评定程序如下：

初步鉴定　对大量新组配的杂交组合要进行产量和农艺性状的初步鉴定。通常把每个杂交组合种成一个单行小区，每小区种植20～30株，每10区设一当地的主要推广品种，作为对照。全实验设一两个重复。

产量比较试验　经过产量比较试验，少数表现优良的组合可升入产量比较试验。供试种以10～15个为宜。一般采用3～5行区，行长5～10米，小区面积15～20平方米，至少重复3次。对试验结果，要进行统计分析，以选出其中显著或极显著于对照种的组合，参加区域实验。

区域试验　经过产量比较试验，选出的最优组合，可参加不同地区、不同类别的区域试验，以鉴定其利用价值、适应范围和推广地区。通过两三年区试，并经省级或中级品种审定委员会审定为优异的组合，即可定名推广。　（戴景瑞）

玉米种子生产 (maize seed production)　生产玉米杂交种及其亲本自交系种子的全过程。包括亲本繁殖和杂交制种两部分。它的主要任务在于保证自交系和杂交种的纯度和质量，扩大种子的数量，提供足够的生产用种。

自交系的纯度对杂交种的产量和性状表现有着决定性的影响。每一个自交系应有整齐一致的典型性，所以，无论在进行亲本繁殖或是用来配制杂交种时，应特别注意保持它们的遗传特性不变。玉米本身具有很高的异交率，自交系在长期繁殖中会发生某些突变，产生少量的杂合个体，如不剔除，就会导致后代分离，使种子纯度发生变化。在种子生产过程中，还可能发生机械混杂，使非典型的种子夹杂在较纯的自交系中。因此，在繁殖自交系时，需要认真做好防杂保纯工作。从事繁殖、制种的人员应当掌握生产种子的鉴定技术，对所繁自交系幼苗、成株以至果穗和种子的特征、特性随时进行考查。对自交系进行评价时，应着重综合性状的一致性，不要拘于与产量无关的个别形态性状的差别。

亲本繁殖 扩大自交系的种子量，可分为原原种生产和原种生产。

原原种生产 原原种是选育单位育成的自交系种子，也称育种家种子。这是种子生产的基础，一般由育种家本人或育成单位进行保存和初次少量繁殖，常用自交与姊妹交相互交替的方法进行繁殖。

原种生产 原种是自交系原原种初次繁殖的种子。一般由育种单位提供种源，由种子生产部门进行繁殖。种源较少时，可种成穗行，选择性状一致的穗行套袋授粉留种，混收留种的果穗，作下年扩大繁殖之用。对繁殖的原种应定期进行鉴定，以确保自交系的真实性。原种经再次繁殖后，可作为大面积亲本繁殖和配制杂交种之用。自交系繁殖面积的大小取决于自交系的生产力和用种量；种植密度则根据株型及生产条件而定。为了提高繁殖质量，要注意去杂去劣，保持自交系的纯度。亲本自交系在生产上利用多年后，纯度会有所降低，须定期更新，以代替混杂的自交系。更新办法，应由选育单位提供原原种，由种子部门重新繁殖原种。曾采用的提纯复壮的做法，是对已经混杂退化的自交系单株进行套袋自交，下一年种成穗行，再来选择留种。由于所选的单株已有不同程度的杂合性，它们的自交后代很难重新显示原有种系的典型性状，甚至出现了不少新系，不具备原有亲本自交系的配合力，因而就无法用来配制原来的高产杂交种。比较合理可靠的原种生产，应当遵循分级、分工繁殖制度。此外，还可对自交系采取一年繁几年用的方法，以减少混杂机会。

杂交制种 两亲本自交系在隔离区内相间种植，母本去雄接受父本花粉产生杂交种子的过程。玉米制种应做好以下几个环节：

选地隔离 设置隔离区的目的在于保证制种区不受外来花粉的污染，隔离距离一般需要400米以上。

规格播种 制种区内母父本行数比例根据父本花粉量大小而定，通常采用2:1，即两行母本，一行父本。也可采用3:1或4:1。在某些情况下，可以适当扩大母本行距，缩小株距，在母本行间种植父本行，待授粉完成后再将父本植株全部砍掉，从而使杂种一代的种子量得到增加，又能保证种子的质量。制种区内父母本花期相差较大时，可用分期播种办法来调节，使母本抽丝盛期与父本散粉初期相遇，宁可母等父，不要父等母。为了保证母本抽丝时有足够的父本花粉，还应在制种区边行多种一些父本，并适当晚播，供辅助授粉用。在生育过程中，要想事前了解花期是否相遇，可检查双亲叶片数进行预测。

严格去杂 为保证杂交种的种子质量，从苗期开始到收获脱粒，应根据自交系的典型特征，进行两三次严格的去杂去劣。第一次可结合定苗进行，根据自交系的叶色、叶鞘色、叶片宽窄和波曲程度，拔除非典型的幼苗和杂种苗。第二次去杂可在拔节后抽雄前进行，着重从株高、株形特征上去识别真假。第三次在玉米收获后、脱粒前进行，应检查自交系的穗型、粒型、粒色和轴色，淘汰明显的大穗、病穗及杂色穗。

及时去雄 去雄是制种的重要环节，应做到及时、彻底、干净。当母本雄穗开始露出顶叶时，每天上午逐行逐株进行去雄。全田去雄一般要持续10天左右，最后到全田90%的植株已经去完时，可把尚未抽出的雄穗一次拔除。大规模的玉米制种往往采用机器载人，在行间行进中拔除雄穗，或是靠动力，用刀割断雄穗，效率可以大大提高，但以后还要补拔遗漏和晚出的雄穗。利用雄花不育系进行制种，可以节省人力，提高种子质量，是制种中的一个新途径。

辅助授粉 在玉米制种过程中，由于气候条件的变化和土壤的差异，往往会出现以下几种影响正常授粉的情况：①制种区两亲本花期不遇或相遇不好；②父本行严重缺苗或父本雄穗分枝数少，花粉量不足。而母本行数又比较多，不能满足授粉需要；③连续阴雨，影响正常散粉。这就需要采取人工辅助授粉方法，把采集的父本花粉，授到雌穗花丝上。或摇晃父本植株，抖落花粉，以补充自然授粉的不足，提高玉米的结实率，减少秃尖缺粒现象。授粉时间以上午露水刚干后为好。

分收保纯 制种区玉米成熟后必须及时收获，注意对区内的杂交种子和父本种子进行分收、分运、分晒、分脱和分藏。并把正确的种子名称标写清楚，以免在应用时发生错误。收获干燥后的种子应贮藏在低温、低湿条件下。现代化玉米种子生产已实现工厂化，从制种区收来的果穗直接送往种子加工厂，经过去除苞叶、干燥、脱粒、筛选分级、消毒、包装等一系列机械化作业程序，得到质量标准化，能作商品出售的种子。

（曾三省）

玉米自交系 (maize inbred line) 由单株

玉米连续自交多代，经过选择而产生的基因型相对纯合的后代。同一株玉米经多代自交，从分离后代中可以选育出多个自交系，由于它们来自共同的亲本，所以互称为姊妹系。

自交系的特点　自交系与天然授粉品种或杂交种相比，生长势显著下降，植株变矮，果穗变小，产量降低，不能直接用于生产。由于基因型相对纯合化和选择的作用，同一自交系的株型、果穗等性状整齐一致。通过不同自交系间的杂交，杂交种就能表现出强大的杂种优势。

优良自交系的标准　自交系的材料来源和选择标准不相同，由此选出的自交系就有特征特性上的各种差异。从理论上讲，不是任何自交系间的杂交都能产生较好的杂交种，只有用遗传差异大的优良自交系进行杂交，才能获得性状较好、产量较高的杂交种。一个优良自交系通常应具有较高的配合力、较强的抗逆力(如抗病虫、抗干旱、耐盐碱等)和适应性以及较高的自身繁殖力。此外，优良自交系还应具备育种目标所要求的优良农艺性状，如理想的株型、坚秆、长穗、多粒行、大粒和优异的品质等。

自交系的选育　首先应当选定一个优良的符合育种目标的基本材料。从基本材料中选出进行自交的植株称为基本株。从一个基本株开始自交到育成稳定可用的自交系一般需要5～6代。从自交第一代起，每个自交果穗应种成穗行。以后的自交和选择都在穗行的基础上进行。既要注意穗行间的选择，又要注意穗行内单株的选择。除了在田间选择植株性状外，还应重视室内考种，评定其果穗性状。选择的标准和强度应根据育种目标而定。为了提高选择效果，应当根据生产上的要求，增设各种选择条件，如高密度、高水肥的栽培条件，采用分期播种、夏播鉴定、异地鉴定、抗病虫鉴定等措施，以便对自交系的各种适应性进行充分的考验。

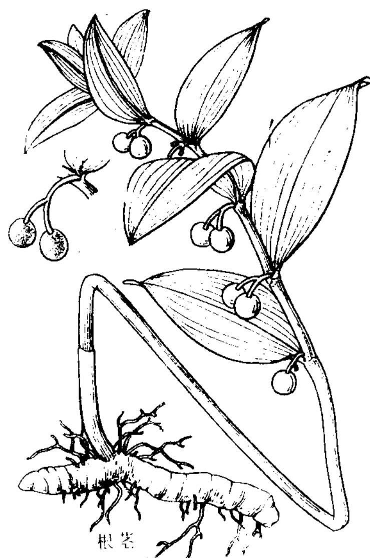
在选择过程中应对自交各代的选择目标保持一致，每一世代都应集中选择几个主要目标性状，以使其选择性状迅速稳定。在条件许可情况下，还可进行异地加代繁殖，或利用温室条件加代选择，缩短育种年限。但应注意异地和温室条件所造成的性状变异，故需适当减少选择压力，即适当放宽选择条件，以防止优良材料的丧失。

从天然授粉品种中选育的自交系称为一环系，从自交系间杂交种中选出的自交系称为二环系。自交系间杂交种集中了其亲本自交系的许多优良基因，因此从中选育的二环系往往比一环系有更多的优良性状、更强的长势和更高的配合力。当前世界上推广的玉米杂交种多数是由二环系组成的。

用单交种和三交种选育二环系时，由于基本株的遗传基础比较简单，自交后代的性状分离和稳定就会较快地表现出来，而且常常能出现超亲现象。为了避免二环系之间遗传基础过于狭窄，俾能选获配合力较高的新系，常用人工合成的富于遗传多样性的综合品种作为选育二环系的基本材料。　　（戴景瑞）

玉竹 (fragrant solomonseal)　百合科黄精属的一个种，学名 *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce、多年生草本植物。古名萎蕤。以根茎供药用或食用。广泛分布于欧亚温带地区，中国大部分地区有分布。《本草纲目》记载“亦可采根种之，极易繁也。”可见除野生者外，早有栽种。主产湖南、河南、广东、江苏和浙江等省。以湖南和河南省产量最多。

株高20～60厘米。根状茎横生，肉质，黄白色，呈稍扁的圆柱形，有明显的节，密生多数须根。叶互生，7～12枚，叶片椭圆形至卵状长圆形，上面绿色，下面灰白色。花簇生于叶腋间，通常为1～3朵，栽培者可多达8朵；花被筒白色，先端6裂，常带绿色。浆果球形，成熟时蓝黑色。花期4月至6月，果期7月至9月(见图)。



玉　竹

喜凉爽潮湿的荫蔽环境，耐寒，多野生于林下或石隙间，对土壤要求不严，以排水良好且肥沃的黄砂壤土或红壤土生长较佳，太粘或过砂的土壤不宜种植，忌连作。

用根茎繁殖。选地后施基肥，深翻30厘米左右，作成130～160厘米宽的畦，10月下旬至11月上旬收获时选顶芽饱满，须根较多，皮色黄白的根茎作种，切成有2～3个节的小段，每段均需带芽，及时栽种。采用条播法，行距25～30厘米，沟深5～10厘米，株距8～15厘米，将作种用根茎平放于沟内，芽头均朝一个方

向，覆细土3厘米。每公顷用种量约3吨。第一、二年可间作玉米、大豆和豌豆等。生长期间要经常拔除杂草，但不要在雨后进行，以防根茎腐烂。冬季进入休眠期后追肥一次，有利于第二年生长；出苗后及植株旺盛生长时再各追肥一次；冬季追肥时结合进行培土，厚约3～5厘米，可防止冻害和根茎外露变绿，以提高产品质量。对旱涝有一定耐受力，干旱严重时才需浇水，但不宜积水。病虫害有玉竹褐斑病 *Cercospora chinesis*、玉竹锈病 *Aecidium dispori*、蛴螬等。栽种3年后可以收获，于11月上旬地上部分开始黄萎时，选晴天挖取，每公顷产鲜根茎9～12吨。除去须根，洗净，晾晒至表面由白色转为黄色时，揉搓后再晒，反复晒揉直至内无硬心为止，晒干；或洗净，蒸透后，揉至半透明，晒干。

根茎中含玉竹粘多糖(Odoratan)，由D-果糖(D-fructose)、D-甘露糖(D-mannose)、D-葡萄糖(D-glucose)及半乳糖醛酸(D-galacturonic acid)所组成。根茎中还含有4种玉竹果聚糖(Polygonatum-fructan O-A、B、C、D)及烟酸、生物碱等。叶及根茎还含吖丁啶-2-羧酸(Azetidin-2-Carboxylic acid)。药理实验，有降压、强心、降血糖的作用。味甘，性平。功能为养阴润肺、生津养胃。用于热病口燥咽干、干咳少痰、心烦心悸和糖尿病等症。

（洪 恂）

郁金 (aromatic turmeric) 姜科姜黄属 *Curcuma* L. 作物，其中姜黄 *C. longa* L.，温郁金 *C. wenyujin* Y.H. Chen et C. Ling、莪术 *C. aeruginosa* Roxb.，根茎均作郁金入药。多年生草本植物。分布于中国东南部至西南部。姜黄、莪术主产四川温江地区，温郁金主产浙江温州地区。

郁金株高1.5～2米。根茎肥大，根长，末端膨大呈卵圆形至纺锤形。叶片大，呈长椭圆形。穗状花序。花期4月至6月。


郁 金

喜温暖湿润气候，宜土壤肥沃，上层疏松、下层较紧密的砂质壤土，避免根茎入土太深。川郁金主要有黄姜郁金、黄白姜郁金、绿姜郁金三个品种。在6月中下旬种植，一般多与玉米间作，在玉米抽穗时种于行间。不间作的按行株距30×25～30厘米栽种，行与行间的穴错开。用根茎繁殖，大根茎可纵切成带1～2芽的小块，挖约6厘米深的穴，每穴播5块，用细土或堆肥覆盖，每公顷约需根茎2.25吨，栽后20天出苗，生长期间施肥2～3次。温郁金在4月上旬前后种植。畦宽70～100厘米，种1～2行。沟宽约30厘米，沟内间作玉米。虫害有小地老虎、黄地老虎、姜弄蝶 *Udaspes folus* 等。川郁金12月中下旬至翌年3月收获，温郁金12月中下旬收获。选晴天挖起，摘下块根，洗净泥土，煮透晒干。黄姜郁金根茎即作姜黄，绿姜郁金根茎即作莪术。温郁金的根茎洗净后除去粗根及糙皮，纵切成6～7毫米的薄片，晒干即成片姜黄；若蒸熟后晒干则成温莪术。

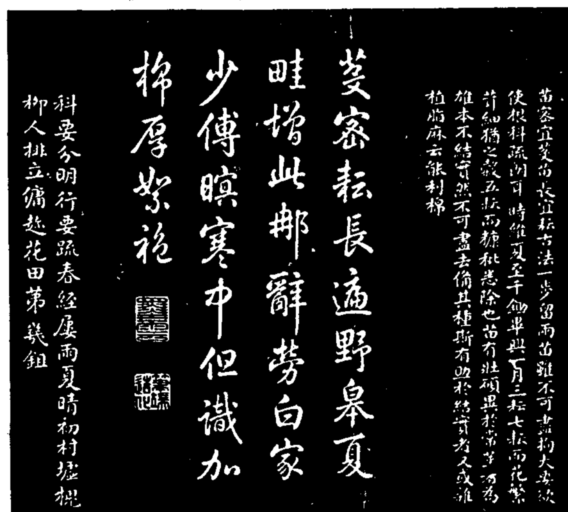
块根含挥发油，有效成分为二乙二酸二钾镁二水合物。药理实验：对实验性心律失常有显著治疗效果，水浸剂有抗菌作用。味辛苦、性寒、有行气、化瘀、清心解郁、利胆退黄等功效，用于胸腹胀痛、经闭、痛经、尿赤、热病神昏和癫痫发狂等症。

（谭炳杰）

《御题棉花图》(*A Series of Prints on Cotton Production with Poetry by Emperor Qianlong*) 描绘植棉和棉纺技术的一套图册，由清代乾隆30年(1765)直隶总督方观承命人编绘，共有图16幅，并各有简要文字说明。乾隆皇帝为每幅图题诗一首，故名《御题棉花图》。全图包括：①布种，②灌溉，③耘畦，④摘尖，⑤采棉，⑥拣晒，⑦收贩，⑧轧核，⑨弹花，⑩拘节，⑪纺线，⑫挽经，⑬布浆，⑭上机，⑮织布，⑯练染。其图文并茂，生动地描述了当时中国北方棉花种植和纺纱织布的全套技术操作过程，它将生产技术融汇镌刻于图画之中，是一件科学艺术珍品。它以丰富的农业文化遗产，体现了中华民族的文明历史，对研究中国的植棉业和手工棉纺织染业的发展史有重要的参考价值。

播种图的第一句诗说明了棉花是由外国引进的，“本从外域入中原……雨足清明方布种……”。说明中提出“种选青黑核，冬月收而曝之”是指选黑子(中棉)作种，冬天要曝晒。对播种期提出谷雨前种的叫“植棉”，谷雨后种的叫“晚棉”。“清明后淘取坚实者沃以沸汤”是指水选浸汤种，“和以柴灰”指拌种，种在“夹沙”(砂壤土)地里。灌溉图提出“种棉必先凿井，一井可溉四十亩，引水分流，自近彻远”。耘畦图提出“苗密宜芟(间除)，苗长宜耘”，株距为“一步留两苗”，强调“根科疏朗”，使棉株通风透光，夏至时要勤锄。图中农民挥锄耘田，表现了辛勤劳动的神态。摘尖图提出“苗高一、二尺视中茎之翘出者摘去其尖，……旁枝尺半以上亦去尖，勿令交揉，则花繁而实厚”。诗句“尖去条抽始畅然，趋晴避雨摘炎天”，指要在晴天摘整主茎





御题棉花图之③耘畦

顶心和旁枝边心(见**棉花整枝**)。采棉图绘制了姿态各异的采棉妇女表露出丰收喜悦的心情,并提出"桃裂絮见为棉熟,随时采之,此枝已絮,彼枝犹花,相错如锦",说明了摘棉期和棉株能连续不断的开花结铃的生长习性。拣晒图提到"棉贵纯白,土黄色者亦可织",指当时种的白絮和紫絮中棉都可以用来纺织。收贩图提到了棉花的买卖和定价。轧核图"稔岁亩收子花百二十斤,次亦八九十斤,子花三得瓤花一",提出了当时棉花的单产和衣分率的基本概念。织布图绘制了妇女在机房织布的图象,指出布以"缜密匀细为贵"。最后一幅练染图诗句"五色无论精与粗,……敬缵神尧耕织图",说明了当时封建帝王对棉花生产与棉纺织业的重视。本图通俗易懂,是当时推广植棉和纺织技术的普及读物,曾刻石保存,现存于河北省博物馆。其拓本广为流传,1941年曾被译成日文出版;1986年,由河北省农业厅、河北农业大学编辑注释出版。

参考书目

河北省农业厅、河北农业大学注释:《御题棉花图》,河北科学技术出版社,1986。

(黄滋康)

元胡 见**延胡索**。

袁隆平 (1930～) 水稻专家,杂交稻的开拓者之一。江西省德安县人,1953年毕业于西南农学院农学系,现为湖南省农业科学院研究员、菲律宾**国际水稻研究所**(IRRI)特约研究员、湖南省杂交水稻研究中心主任。



1964年在湖南省安江农校任教时,提出了通过培育"三系"来利用水稻杂种优势的设想,并开始水稻雄性**不育系**的研究。1973年袁隆平等育成水稻"野败"型雄性不育及配套三系,用于杂交水稻生产,使中国杂交水稻发展居于世界领先地位。

1966年发表的"水稻雄性不孕性",是他在杂交稻方面研究的第一篇重要论文。以后相继发表了"杂交水稻培养理论和实践"、"中国的杂交水稻培育"等,在国内外享有盛誉。还主持编著《杂交水稻》一书,为国内外第一本杂交水稻专著。由于他对发展杂交水稻有卓越贡献,国外学者称之为"杂交稻之父",1981年获国务院批准颁发的自然科学特等发明奖,1985年获联合国世界产权组织金质奖章,1987年获联合国教科文组织1986～1987年度科学奖,1988年获国际让克奖(The Rank Prize Funds)。 (陈一吾)

原棉 见**原棉消费和贸易**。

原棉消费和贸易 (consumption and marketing of raw cotton) 棉纤维作为商品,称原棉。在国际市场上原棉的贸易数量,反映了世界棉花生产和棉纺工业消费原棉的状况。

原棉消费 20世纪初叶,世界棉花消费量的90%在欧洲,当时仅英国的消费量占世界原棉贸易总量的70%以上;1950～1951年度,欧洲进口原棉仍占世界原棉贸易总量的64%。从50年代开始,中国、印度、巴基斯坦、土耳其等亚洲国家棉纺工业迅速发展,逐渐取代欧洲成为世界原棉的主要消费市场。据1984～1985年度统计,亚洲原棉消费量占世界总额的55.2%,而欧洲降为25.6%,北美洲为9.4%,南美洲为5.2%,非洲为4.3%,大洋洲为0.1%。

1984年消费100万吨以上原棉的国家有中国、苏联、

表 1 1984年主要原棉消费国的消费量及其所占百分率

项目	中国	苏联	印度	美国	日本	巴基斯坦	世界总计
原棉消费量(kt)	3 554 (不包括台湾省)	1 992	1 391	1 219	697	523	15 329
占世界消费总量(%)	23.2	13.0	9.0	8.0	4.5	3.4	100

资料来源：国际棉花咨询委员会《世界棉花统计》(Cotton World Statisics)。

印度和美国；50万～70万吨的有日本和巴基斯坦；这六个国家合计占世界原棉消费量总额的61.1%(见表1)。

中国纺纱能力在1949年为500万纱锭，1984年已增长为2 000万纱锭，达到棉纱年产量335万吨，棉织品年产量186.5万吨，约为苏联的2倍，印度的2.8倍，美国的3倍多，已成为当代世界最大的棉花消费国。英国从18世纪直至20世纪初长期为世界纺织工业最发达的国家，但1984年的棉纱产量已降至5万吨，棉织品年产量仅3.5万吨。

原棉贸易　世界棉花总产量中，约有1/3左右进入国际市场。20世纪70年代以来，世界原棉贸易总额约为400万～450万吨，1984年为424.5万吨。产棉国中出口量最多的仍是美国，约占世界原棉贸易总量的26%，苏联出口量约占22%，巴基斯坦约占12%。以上3国合计约占世界原棉总出口量的60%。此外，原棉出口国尚有巴西、澳大利亚、苏丹、埃及、土耳其、秘鲁、巴拉圭、叙利亚等。

中国近年原棉已开始少量出口。1983年出口21.6万吨，1984年出口27万吨。主要输往日本、泰国、缅甸、朝鲜、联邦德国及东欧各国(见表2)。

表 2 世界及一些国家棉花出口量(kt)

国家或地区＼年份	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
美国	1 042	1 194	1 346	2 009	1 290	1 430	1 132	1 477	1 355	762
苏联	971	857	791	846	886	935	847	697	642	762
巴基斯坦	14	107	56	266	331	238	266	82	239	305
巴西	12	42	30	—	9	30	180	17	71	283
澳大利亚	5	11	24	61	53	79	134	81	163	250
中国	65	32	22	—	—	—	22	218	239	261
苏丹	146	149	177	175	81	56	140	250	152	218
埃及	132	149	146	162	124	196	206	181	152	174
土耳其	126	265	209	134	228	208	137	101	135	174
巴拉圭	42	63	85	65	75	132	79	80	120	131
叙利亚	147	116	120	100	71	83	114	154	114	114
阿根廷	76	93	70	118	32	64	25	25	80	102
津巴布韦	40	38	41	57	55	55	51	52	60	75
尼加拉瓜	117	114	116	22	71	60	68	65	72	76
印度	7	2	22	87	113	59	121	65	50	65
哥伦比亚	80	53	27	51	53	22	8	26	44	65
希腊	17	22	27	17	13	18	5	46	35	54
墨西哥	113	154	211	198	175	165	78	99	125	54
世界合计	3 852	4 428	4 270	5 077	4 249	4 472	4 164	4 261	4 526	4 615

资料来源：国际棉花咨询委员会《世界棉花统计》，Vol.39, P.44～45。

世界原棉最大进口国为日本，近10年来平均年进口量为70.2万吨。意大利21.18万吨，联邦德国年进口量为19.85万吨，法国为19.58万吨，东欧诸国约50.0万吨。20世纪40年代，中国曾大量进口原棉，1946年进口美国原棉达34万吨，占当年国内棉花总产的94.4%。50年代以后，由于纺织工业的迅速发展，原棉消费量倍增，到70年代，常年进口量保持在50万～55万吨之间。80年代以来由于棉花产量大幅度增长，原棉进口量显著下降，并且出口量已逐年大于进口量，1984年净出口原棉约20万吨，结束了半个多世纪以来净进口的局面，棉织品已成为重要的出口物资。台湾省本地产棉不及需要量的1%，1983年约有267万个纱锭，1975～1984年平均每年进口原棉达22.8万吨。

化学纤维的竞争　从20世纪30年代起，多种人造纤维产品投入市场，尤其是50年代以后，各种合成纤维生产迅速发展，在纺织纤维消费量中所占比重逐年上升，而棉花、羊毛、麻、丝等自然纤维相对地有所下降(见表3)。

在化学纤维中合成纤维占47%，其中以聚脂纤维为主，人造纤维则以粘胶纤维、醋酸纤维居多。但由

表 3 世界各种纺织纤维消费量及其所占百分率的变化

年　份	世界纺织纤维		棉　花		化　纤		羊毛、麻、丝等	
	(kt)	(%)	(kt)	(%)	(kt)	(%)	(kt)	(%)
1938	8 026	100	6 200	77.3	875	10.9	945	11.8
1948	8 600	100	6 280	73.1	1 148	13.8	1 146	13.6
1951	10 295	100	7 322	71.1	1 943	18.9	1 030	10.0
1971	22 700	100	11 773	51.9	9 500	41.9	1 427	6.2
1983	31 285	100	15 017	48.0	14 703	47.0	1 565	5.0

于棉纤维具有良好的吸湿、透气、保暖性等特点，且纤维的抱合力强，染色牢固，难为化学纤维所取代。另外，利用化学纤维制成纺织品要比利用棉纤维多消耗60%左右的能量。因此，棉花仍然是首要的纺织工业原料。随着世界人口的增加，人民生活水平的提高和纺织工业的发展，世界棉花的绝对消费量持续上升，1983年比1951年增长105%，比1938年增长142%，仍占世界纺织纤维消费总量的48%。地处热带、亚热带地区的大多数发展中国家，棉花仍占人民衣着原料的80%以上。中国在80年代初期的纺织原料中，棉花占70%左右，化纤占28%。70年代末期，美国、日本及欧洲一些国家，对纯棉纤维织品的需求量回升，加上能源紧张，化学纤维在这些国家中的发展速度有所下降或处于停滞状态。

随着科学技术的进步，棉纤维经浓碱溶液处理，可膨胀成圆管状，在应力作用下，产生丝光，易着色。工业上利用这一性能制造丝光纱，再用化学树脂对棉织品进行后处理，使之具有与化学纤维织品类似的易洗免烫、牢固耐磨的优点。70年代以来，棉纤维的化学预处理工艺广为应用。处理剂多已由氢氧化钠改为液氨，经处理可使纤维强力提高20～30%，织品挺直美观，具有丝光。在国际市场上，约有一半以上的棉纺织品经过这种处理。同时，为改善化纤织品的吸湿、透气、保暖性能，利用棉花与化纤混纺是适应消费者需求的广阔途径。

由于人口增长和纺织工业需要，今后世界棉花消费量仍将持续增长。各主产棉国为提高本国原棉在国际市场上的竞争能力，均致力于进一步改善纤维品质，提高单位面积产量和降低生产成本的研究。

（刘毓湘）

原始材料圃 (germplasm nursery) 专门种植国内外各作物的种、**品种**、类型、品系、育种材料以及野生亲缘植物的田块。为选育作物新品种提供素材和变异来源而设立。在原始材料圃内对于所种原始材料进行观察、鉴定，了解各性状的变异幅度和各材料的优缺点与利用价值，从中选出可供杂交亲本或育种利用的材料。

原始材料圃可分为征集圃、筛选圃和亲本圃。

征集圃　种植国内外征集来的作物育种资源，作为开展育种工作的基础或原始材料。

原始材料以其来源可区分为本地的、外地的、野生的、人工创造的四种。本地材料包括原产本地或在本地推广的品种，具有独特的地区生态特点和高度的地区适应性。许多古老地方品种对当地的气候、土壤条件和栽培管理水平具有很强的适应性，包括对不利自然因素的耐性、抗性或避害性，有的还反映了过去当地人民在生产和生活上所需要的某些特征特性。本地品种是各地开展育种工作（特别在早期）的基础材料，可为新品种选育提供基本的农艺性状、地区适应性和某些特定性状。外地材料反映了各自原产地的生态条件及栽培特点，可以提供类型和性状的多样性。来自育种先进地区的材料多具有较大的丰产潜力，或优良品质，或对特定病虫、不良条件的抗性。外地材料所具有的一些特性常是本地品种所欠缺的，可作为补充提供育种目标性状的来源。野生材料一般具有强大的活力和抗逆性，有的则有栽培种中所缺乏的特殊性状。用于杂交可提供抗逆性、抗病虫性、品质特性或创造一些特殊的育种材料。人工创造的材料包括通过杂交、远缘杂交、诱变等各种途径选育出的具有某些特长的材料，或称中间材料。由于已经过一番初步改良，在育种中比使用未经改良的原始材料收效要好、要快些。

征集圃材料众多，种植时小区面积一般宜小，应以能满足保持原品种群体的遗传结构为原则。为便于对材料作出公正评价，播种密度要求一致，每隔一定距离种一对照品种。原始材料来源不一，播期、熟期、高矮等可能很不一致，应分地区、分类型种植，必要时予以特殊管理，并注意保持纯度。常异花和异花传粉作物应进行足够数量的自交或姊妹交，以保持品种的典型性。注意保持材料的生活力，但不一定连年种植，以免增大混杂和出现遗传漂变的机会。一般可在不丧失发芽力的前提下隔一定年限分批轮种，并有计划地将各批材料存入种子库，或在干燥冷冻地区设置的长期种质库中保存。

对原始材料应尽可能作全面系统的观察记载，包括主要形态特征、株高、生育期、温光反应、抗病虫性、抗逆性、丰产性、品质等，并注明其主要优缺点，以便从中筛选合用的亲本。进行育种加工同时要经常

有计划有目的地引进新的种质，不断丰富和提高原始材料的性状水平。

筛选圃　为筛选原始材料某一或某些特定性状而设，一般在特定诱发条件下或在有利于该特性表现的异地条件下进行。诱发强度以保持适中为原则，既可使被筛选的性状得以较充分地表现又达到易于区分等级的程度。要尽可能做到诱发条件均匀一致，使供试材料的表现具有可比性。例如大田接种气传病害菌种时，诱发接种行应与材料行向垂直，并均匀分布于田间，务使发病均匀传播全圃。在材料行中每隔一定距离设置感病对照，以便根据后者发病程度检验全圃不同地段的发病情况，从而做出正确的评价。

在田间模拟胁迫条件以诱发抗逆性表现时，应尽可能使材料有一段近乎正常的生长发育过程，以保证该性状的正常形成和表达。例如诱发冬小麦春季旱害时，应使材料的根系和地上部在冬前有一定时间的正常生长发育过程。异地鉴定时也要注意这一点。至于某些作物可在生长早期或利用简易方法进行间接鉴定并确证筛选有效的某些性状，当然不在此列。

亲本圃　根据育种目标及组合配置的需要，从筛选圃、征集圃中选出若干各具特点的、有可能作为亲本利用的材料连同多年在育种工作经验中积累组成的一批综合性状优异的品种（系）和目标性状突出的一些基本亲本材料，按其主要性状特点归类（如丰产、早熟、抗病、矮秆、优质等）种植，这样有利于在同类亲本中进一步择优利用，做到更合理地配置组合，也便于杂交操作。其中综合性状好并有多年增产资料的品种，习惯上称为农艺亲本或骨干亲本，可多种植一些，以便从中确定一些重点品种，配置各种杂交组合，尽可能创造出符合要求的遗传变异。为使花期相遇，过早或过晚亲本可分期播种或采用地膜覆盖等办法调节生育进程。亲本圃采用点播方式，行距可稍宽，使植株生长健壮，既便于杂交操作又可多配置组合或多收一些杂交种子。

种植亲本圃的目的是做杂交，所以也称为杂交圃。但实际上人工杂交并不限于亲本圃中进行，复合杂交就要取材于F_1或其后世代材料。亲本圃所种植的亲本也不一定全用于杂交，所以还应该对供试材料进行系统的观察记载，为以后正确选配亲本积累更多资料和经验。　（张树榛）

圆锥小麦 (poulard wheat)　小麦属的四倍体种之一，学名 *Triticum turgidum* L.。染色体数 $2n=4x=28$，染色体组型为AABB。植株高大，最高可超过200厘米，茎叶繁茂，根系发达，面粉适合制饼干。

18世纪以前种植较广，主要分布在小亚细亚和地中海北岸各国，如西班牙、葡萄牙、法国、意大利以及英国南部等地。西班牙是圆锥小麦类型最多的国家。50年代以前，中国的四川、云南、新疆、陕西、河南、甘肃等17省（自治区）有零星种植。四川省山区一度种植一种秆较矮、芒较短的独特类型，称为"矮蓝麦"。圆锥小麦类型较丰富，已划分出82个变种。

冬性、弱冬性或春性。穗大、多花、多实，每小穗5～7花，结实3～5粒，芒粗硬，长度超过穗子，芒色有黑、白两种，穗茎节间上部为髓质所填充。穗型有分枝、不分枝两种（见图）。不分枝者与**硬粒小麦**相似，不同点是护颖和外颖较硬粒小麦的短小，且护颖长度仅为外颖的2/3左右，芒一般较硬粒小麦稍细而短；籽粒也较短小，拱形背靠近胚部。颖脊明显，侧脉清晰，穗轴节片基部有浓密的茸毛，穗轴坚韧不易折断。分枝型籽粒较小，不分枝型籽粒较大，因背部隆起故呈卵圆形或近圆形，顶端呈截断状，皮厚，软质或半硬质。粒色有白、红两种，籽粒蛋白质含量一般在12%左右。叶片、茎秆和穗部均具蜡质，抽穗前后呈蓝绿色。多数生育期长，表现中熟或晚熟。中国有部分早熟材料，越冬性较差，喜湿、不耐旱，宜在水肥充足的条件下种植。有些品种具良好的抗病性和丰产性。中



圆锥小麦
(a) 分枝型；(b) 不分枝型

国用分枝圆锥小麦与普通小麦杂交育成科遗23、科遗26等品种，表现耐瘠、耐盐碱的特点。苏联用圆锥小麦与**二粒小麦**杂交，再与硬粒小麦复交育成了哈尔科夫46（Харьсовская46），曾是世界种植最广的硬粒小麦品种。 （孙雨珍）

远缘杂交 (distant hybridization) 不同种、不同属或亲缘关系更远的物种之间的杂交。不同物种反映了生物学上不同质的状态，不仅在外部形态上表现不同，而且在生理、细胞结构以及遗传组成上也不同，亲缘关系愈远，差异愈大。远缘杂交一般结实困难，或不结实；杂种生活力低，育性差，甚至不育；后代分离幅度大，分离世代长，性状不易稳定，即所谓"疯狂分离"现象。随着科学技术的发展，尤其是生物工程技术的进展，上述困难已得到了不同程度的克服。

在生物进化中，远缘杂交是自然界新种形成的重要途径之一，如**普通小麦**、**普通烟草**、**陆地棉**等都是在自然条件下，经不同物种天然远缘杂交和长期自然选择而产生的。现代实验生物学的研究已证实了这些物种的进化历程。已知普通小麦系由一粒系小麦与拟斯卑尔脱山羊草再和山羊草属节节麦在自然进化中经过两次天然远缘杂交和染色体加倍逐渐形成的。异源四倍体烟草是由2n＝24的两个二倍体种林烟草*N. sylvestris*和绒毛烟草*N. tomentosaformis*天然杂交，加倍而成。关于陆地棉的形成问题，虽有异议，但都确证系由两个二倍体棉种杂交形成的异源四倍体。

远缘杂交在植物育种工作中的应用 远缘杂交把不同种、属的特征、特性结合起来，**扩大变异**范围，促进不同种间遗传物质的交流，从而合成新物种或创造新类型，如双二倍体、**异附加系**、**异代换系**和**易位系**等。因此，远缘杂交不仅是研究生物进化的主要实验手段，在动植物育种实践上，也具有重要的意义。

利用远缘杂交创造异源双二倍体的著名例子是新物种**小黑麦**的育成。小黑麦不仅蛋白质含量高，而且结合了小麦品质好，小穗多花等特点，又具有黑麦的秆强、抗病、小穗数多的优点。中国培育的**八倍体小黑麦**，国外培育的**六倍体小黑麦**都已用于生产。不过，小黑麦现有类型多由于结实性差，种子饱满度不高等缺点，影响它在生产上扩大利用的价值。其它，又如小麦与冰草杂交获得的多年生小麦 *Tr. agropyrotriticum* ssp. *rerenne* Cicin以及籽粒与饲草兼用的再生小麦 *Tr. agropyrotriticum* ssp. *submittans* Cicin，用陆地棉和**蓬蓬棉** *G. purpurescens* Poir.、海岛棉和陆地棉不同种间杂交获得的天然有色棉新类型等，也是远缘杂交创造新类型的实例。

通过染色体的易位、附加和代换可育成具有外源优良基因的新品系或**品种**。如美国将小伞山羊草（*Ae. umbellulata* Zhuk）的抗叶锈基因转移于普通小麦"中国春"，育成抗叶锈易位系。在欧洲已将黑麦抗条锈、秆锈、叶锈基因转移于普通小麦，育成了IB/IR代换系和易位系，广泛用于生产。中国用小麦与长穗偃麦草 *Elytrigia elongata*（Host）Nevski、中间偃麦草 *E. intermedia* 杂交，育成了八倍体小偃麦新种，小偃麦异附加系、异代换系和易位系。并以此作亲本与普通小麦杂交，选育出具长穗偃麦草抗条锈、叶锈以及抗青干基因的丰产小麦新品种"小偃4号"、"小偃6号"。又如用栽培烟草与其野生种进行复合杂交，选育出了具野生种对烟草花叶病、白粉病免疫及抗其它病害特性的烟草新品种。在马铃薯的抗病育种中，远缘杂交的工作成效尤为显着。马铃薯野生无茎种 *Solanum acaule* Bitt 具有对X病毒免疫的基因，野生匍枝种 *S. stoloniferum* Schlechta et Bake. 具有对Y和A病毒免疫的显性基因，把马铃薯栽培种 *S. tuberosum* L. 与上述野生种进行复合杂交，获得了综合抗病毒X、Y和A的抗性品种。由马铃薯栽培种与安第斯亚种 *S. andigenum* Juz. 杂交，得到抗疮痂病和线虫生物型A的类型。其它如向日葵、大麦、甜菜等作物中也有不少应用远缘杂交培育出新品种的成功事例。

远缘杂交在**杂种优势利用**和**单倍体育种**途径中也得到成功的应用。1951年，**木原均**用核置换法将**普通小麦**的细胞核导入尾状山羊草（*Ae. caudata* L.）细胞质中，获得了第一个小麦雄性不育类型。1961年美国用**提莫菲维小麦**作母本，与普通小麦比松（Bison）杂交，育成了T型不育系。中国湖南黔阳农校利用原产海南省的普通野生稻花粉败育类型，首先解决了水稻不育系和保持系培育中的难题，为水稻杂种优势用于生产起了关键的作用。把普通大麦与球茎大麦 *Hordeum bulbosum* L. 杂交，在杂种胚形成过程中球茎大麦染色体逐渐消失，从而获得普通大麦单倍体。此方法已在加拿大成功地应用于大麦育种计划，在小麦中也进行了有成效地尝试。

克服远缘杂交障碍，提高杂种生活力 远缘杂交障碍有两类：一类发生在受精之前，称之为配子不亲和性；一类发生在受精之后，叫做杂种衰退。生理上的不亲和性、遗传障碍及花器构造上的差异是导致杂交障碍的主要原因。

为克服配子不亲和性，提高杂交成功率，可采用如下方法：①广泛测交： 一物种不同品种间的遗传差异对交配性影响很大。例如小麦与长穗偃麦草的杂交结实率因小麦品种不同而有很大差异，用小麦品种6028与偃麦草杂交，结实率为76.9%，而乌克兰0246与偃麦草杂交结实率仅为0.4%。在同一杂交组合中，正反交结果也常有明显的不同。当小麦与黑麦杂交时，一般小麦作母本较之黑麦作母本杂交结实率高。②媒

介法：当两个物种直接杂交不易成功时，先用其中一个物种与一个能与之杂交的第三者进行杂交，然后再用该杂种与另一物种杂交，则易获得成功。③重复授粉或混合授粉：采用重复授粉，用多种异种属花粉混合授粉，或在远缘种属花粉中添加母本活花粉或失活花粉进行授粉，常有提高杂交结实率之功效。④多倍化处理：杂交之前，将杂交亲本之一，或者双亲转变成倍性更高的多倍体，再进行杂交。马铃薯栽培品种与一些野生种的远缘杂交中利用此方法已取得显著效果。当二亲本染色体数不同时，可先将一亲本种染色体数加倍，然后在同倍数性基础上杂交，则易于成功。⑤理化处理：利用紫外线或低剂量电离射线处理花粉，或采用赤霉素、萘乙酸、吲哚乙酸、氨基乙酸、氯霉素、吖啶黄、水杨酸、龙胆酸等，处理杂交母本幼穗或杂交授粉后的子房，可以克服远缘杂交的不亲和性。小麦与大麦，大麦与黑麦，玉米与高粱以及陆地棉与中棉等作物的远缘杂交，由此得到了良好的效果。

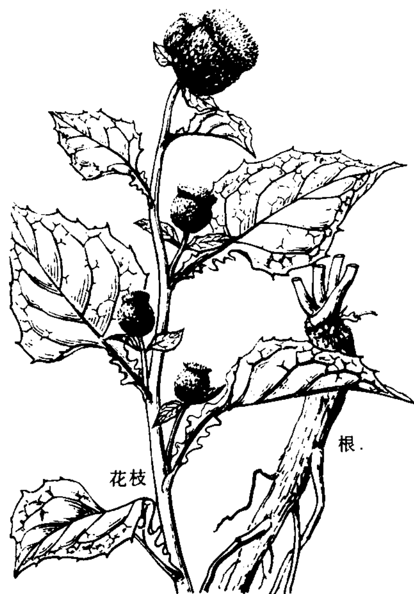
采用剪短或嫁接雌蕊柱头、向子房注射花粉悬浮液、离体授粉等新技术克服杂交不亲和性已获得了可喜的进展。

远缘杂种发育过程中常出现各种异常，如杂种胚或胚乳早期败育，而得不到有生活力的种子；有的虽可生苗，但生长孱弱，极易夭亡；有的生长到开花期，又因雄蕊败育，或者雌蕊异常，或者雌雄蕊均败育，不能产生有功能的配子；有的虽然可以产生少量有功能的配子，但极少结实；有的杂种一代虽能结实，而二代又产生不育现象等。为提高杂种生活率，克服杂种夭亡与不育，可采用如下方法：①离体培养杂种胚：在杂种胚败育之前，取出幼胚在人工培养基上离体培养，通过胚性生长，以获得生长正常的杂种苗。此技术已作为获得种间、属间杂种的关键措施而广为运用。至今已有20多个属的种间杂种，10多个属间杂交采用胚培养技术获得远缘杂种，如小麦×大麦、大麦×黑麦、小麦×簇毛麦、陆地棉×中棉、摩擦禾×玉米等。②人工辅助授粉或回交：有些远缘杂种可产生少量有功能的花粉，但不授粉，倘若进行人工辅助授粉，常可获得后代。对雄蕊完全异常的杂种，选用亲本之一与其回交，是获得种子的常用方法。远缘杂交中的回交亲本，并非一定要求用原亲本，而只要求其和该亲本属于同一个种即可。③染色体加倍，人工合成可育的双二倍体：由于染色体不能配对导致杂种不育的情况下，人工合成双二倍体的方法对克服杂种不育最有成效。利用这一方法成功地解决了小麦—黑麦、黑麦—冰草、小麦—冰草、冰草种间以及萝卜—甘蓝、栽培花生与多年生野生花生等远缘杂种不育性的问题。多倍化的方法不仅用以克服杂种不育，而且可以创造稳定的、兼有双亲物种特性的新物种，如小黑麦等。④体细胞杂交的潜力：体细胞杂交（somatic hybridization）又称细胞融合（cell fusion）。因为融合的细胞来自体细胞（如根、茎、叶等），而非性细胞，所以可避开有性杂交不亲和的障碍，使基因在远缘物种之间转移，从而创造新类型或新品种，并可产生有性杂交所不能获得的细胞质杂种。迄今已获得了40多个种间、属间体细胞杂种。1978年联邦德国梅尔彻斯（Melchers）和美国堪萨斯州立大学的舍帕德（Shepard）两个实验室先后使马铃薯和番茄体细胞杂交成功，获得“番茄薯”。1979年Y．Y．格莱布（Gleba）和F．霍夫曼（Hoffmann）将隐性核基因白化突变的拟南芥菜培养细胞与油菜叶片原生质体融合，产生了新种“拟南芥油菜”。格莱布等（1978）还获得了普通烟草与野生烟草（*N. debneyi*）的胞质杂种。由此可看到体细胞杂交在作物改良中的应用前景。随着原生质体培养和细胞融合技术的不断发展和完善，配合基因工程和常规育种技术，使远缘种、属甚至科以上物种间的基因交流成为可能，转移异种有利基因，创造新的变异类型，扩大和丰富动、植物育种基因库。远缘杂交对于动、植物育种的潜在价值将会更大。

（朱庆麟　李振声）

云木香 (common aucklandia)　菊科云木香属中的栽培种，学名 *Aucklandia lappa* Decne.，多年生草本植物。古名木香、蜜香、南木香。别名广木香。根供药用。原产印度。中国湖南、湖北、广东、广西、陕西、甘肃、四川、云南等省（自治区）有栽培，主产于云南省丽江地区。

株高1～2米。主根圆柱形，表面棕色，有少数侧根，具特殊香气。茎上被稀疏短柔毛。基生叶具长柄，



云　木　香

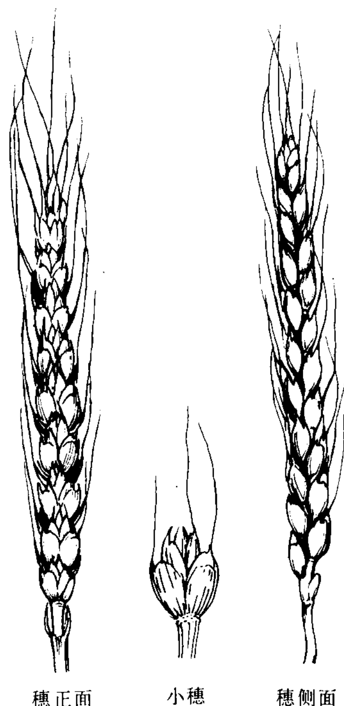
叶片三角状卵形，基部下延成不规则的翅状分裂；茎生叶较小，基部下延抱茎。头状花序丛生茎顶或单一腋生；总苞片约10层，全为管状花，花冠紫色。瘦果柱形，上端具两层羽状冠毛。花期5月至8月，果期8月至10月（见图）。

喜潮湿凉爽环境，稍耐寒。栽培于2 500～4 000米的高山地区，以土层深厚、肥沃的砂质壤土和壤土地带最宜栽培。忌连作。种子繁殖。播种前将土地深翻，施腐熟基肥，整成高畦或平畦，春、秋播均可。选成熟饱满种子，温水浸泡24小时，条播或穴播、秋播可不必浸种。苗期喜荫蔽，可在畦背或垄间按适当距离点种玉米等作物，随着植株的长高，耐光力亦增强，可不必再行遮荫。苗高3～4厘米时，按株距4～6厘米间苗，苗高6～10厘米时，按株距15厘米定苗。第一年需除草3～4次，以后视杂草生长情况，除草次数可适当减少。定苗及每年春季出苗后，结合中耕追肥，在北方追肥后应及时浇水。冬季割去地上枯萎枝叶并培土。开花时每株选留一个早期抽出的较大花序留种，其余及时摘去。病虫害有根腐病、蚜虫、银纹夜蛾。第三年10月采收，挖出根部，去茎叶、泥土及小须根，切段，晒干后撞去粗皮，即为成品，加工时忌火烘烤。

根中含挥发油、木香碱（Saussurine）、菊糖及甾醇等。油中主要成分为木香内酯（Costuslactone）、二氢木香内酯（Dihydrocostuslactone）、α-木香醇（α-Costol）、α-木香酸（α-Costic acid）、风毛菊内酯（Saussurea lactone）、脱氢木香内酯（Dehydrocostus lactone）、木香烃内酯（Costunolide）、α-木香烯（α-Costene）及β-木香烯等。药理实验：有解痉、降压及抗菌作用。味苦，性温。具行气止痛、温中和胃的功能。用于胸腹胀痛、呕吐、腹泻、痢疾里急后重等症。

（司德昭）

云南小麦（Yunnan wheat）　小麦属普通小麦的一个亚种，学名 *Triticum aestivum* ssp. *yunnanense* King。染色体数2n=6x=42，染色体组型为AABBDD。形态性状与普通小麦极为相似，但穗轴脆，易折断，折断方式上节位，护颖坚硬，紧包小穗，极难脱粒（见图）。为中国云南省所特有，当地称之为铁壳麦，作为粮食作物种植。1937年**金善宝**从征自云南省的小麦品种中发现，1959年定名为云南小麦亚种，分布在云南省西部澜沧江和怒江下游的临沧、保山和思茅地区，海拔在1 500米至2 500米之间。云南小麦亚种已定名16个变种。



云南小麦

芽鞘色有紫、绿两种。幼苗半匍匐，成株旗叶较小。株高一般为100～120厘米，最高可达150厘米。茎秆粗细中等，有韧性。穗大都为圆锥形，侧面略宽于正面，有蜡质，一般长为9～12厘米，最长可达16厘米，小穗16～29个，小穗密度D＝18～26。小穗与穗轴着生紧，角度小，排列整齐，每小穗结实2～3粒。节片基部两侧有毛。护颖椭圆形，颖脊明显并有细齿，颖肩多为丘形，颖嘴锐，颖脉常有小刺点。芒分为长、短或无芒。粒红色，卵形或椭圆形，腹沟宽而较深，多为硬质。弱冬性或春性，耐寒，耐旱，耐瘠，抗穗发芽，感染条锈病、叶锈病、秆锈病和白粉病。云南小麦亚种与六倍体种杂交亲和，与染色体组为AABB的四倍体种杂交亲和力中等，与二倍体种杂交亲和力差，与染色体组为AAGG四倍体种杂交亲和力最差。

（郑殿升）

Z

杂草防治 (weed control)

预防和除治与农作物长在一起的非目的植物，以保护农作物不受其影响的措施。杂草与农作物争夺水分、养分、阳光等，也是病虫害的传播者，会造成农作物不同程度减产。20世纪60年代以来，杂草防治研究逐渐发展成一门独立的学科，任务是查清各种作物的杂草种类，研究其生物学性状和生态习性以及危害程度和特点，从而制定出预防和治理相结合的综合防治措施。

预防措施　尽量阻止杂草及其种子、繁殖器官进入农田。首先要严格遵守国内外的杂草检疫制度；播种材料必须经过清选，防止杂草籽特别要防止检疫性杂草传入；清除地边、路旁杂草；施用的农家肥料要经过堆置腐熟，使杂草籽失去发芽力；清洁灌水渠道，过滤灌溉水，防止杂草籽流入农田；加强机械和牲畜管理，防止人、机、畜带杂草籽进田。

防治措施　对进入农田的杂草进行有效的控制或铲除。

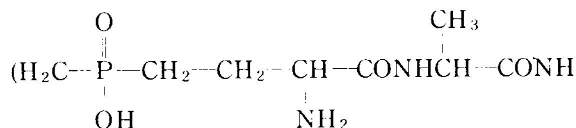
人工除草　是人类最早用的方法，简便易行，至今仍在各地不同程度上应用，但工效低、劳动强度大。

机械除草　使用畜力或拖拉机等动力带动犁、耙、中耕器等进行作业，消灭不同时期发生的杂草，工效较高，效果明显，应用广泛。但多次机械作业会破坏土壤结构，消耗能源也较多。

轮作除草　不同作物构成杂草的不同生境，改变生境就可抑制或消灭不能适应的杂草(见**轮作**)。

化学除草　从20世纪40年代发明了有机除草剂2,4-D起，除草剂工业迅速发展。它具有高效、用量少、选择性强、毒性小、经济等优点。世界上已有400余种除草剂原药，配制成数千种商品除草剂，适用于不同作物防治各种杂草。例如防治一年生单、双子叶杂草的有阿特拉津 (Atrazine)、除草醚 (Nitrofen)、杀草丹 (Benthiocarb)等；控制多年生白茅(*Imperata cylindrica* L.) 等杂草的叶面处理剂有草甘膦 (Glyphosate)、稳杀得 (Fluazifop butyl) 等；也有专门控制阔叶草的苯达松(Bentazon)等。此法省工，减轻劳动强度、减轻因耕作引起的土壤结构破坏，促进免耕、少耕、窄行密植、飞机播种、航空化学除草等新技术、新耕作制的推广。

生物除草　利用病原菌、昆虫、动植物等生物体控制草害。如中国研制的鲁保一号——毛盘孢菌微生物制剂，防除大豆菟丝子有明显效果；南方稻田和河塘中放养草鱼，可清除水生杂草；也有用放养鹅的方法消灭向日葵和烟草田中的寄生性杂草——列当；稻田养红萍、绿萍可抑制其他杂草生长，并能定期埋萍作肥。澳大利亚成功地用一种蛾类昆虫控制成灾的仙人掌；也有用粉苞苣锈菌防治麦田中的粉苞苣。日本已从放线菌培养液中分离到抗微生物代谢物双丙氨膦



$$(H_2C-\overset{\overset{O}{\|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{P}}-CH_2-CH_2-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-CONH\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}H-CONH\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}HCOOH)$$

，有强烈的广谱杀草活性，且能抑制多年生杂草生长，这是一种从自然生物及其代谢产物中筛选出来的除草剂，并能进一步开辟利用人工合成新除草剂的新途径。

通过对异株克生(Allelopathy)的研究，探明某些杂草与作物间的竞争及相克关系与机理，可找出或培育出对某些杂草有控制效应的作物和杂草。例如通过种植小麦，利用其分泌物质，可以抑制白茅的生长，效果良好。

物理除草　利用火力产生的高温、高频电产生的磁能、激光器发生的光束等方法，控制和消灭杂草。利用覆盖、遮光等方法产生高温或黑暗(如用塑料薄膜、禾秸等覆盖地面)，对防除杂草也有良好作用。

国内外都很重视杂草的综合防治 (Integrefed Weed Mansgement)，针对当地当时杂草危害特点和具备的防治手段与技术，制订出包括检疫、农业、机械、化学、生物、物理等治草措施，相互配合的综合防治体系，并进一步开展研究病、虫、草的综合治理系统工程，以达到经济、有效、安全的全面防治效果。

参考书目

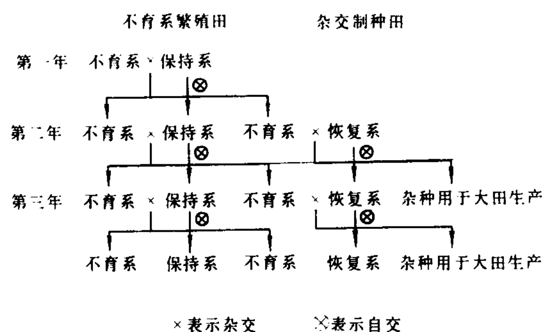
Klingman, G. C. et al, *Weed Science*, John Wiley Sons, 1975.

(李荪荣)

杂交稻 (hybrid rice)

两个**遗传**组成不同的**水稻品种**(系)间杂交产生的具有强优势的子一代杂交组合的统称。杂交稻的**基因型**为杂合体，其细胞质来自母本，细胞核父母本各半。由于杂种个体间的遗传型相同，故群体性状整齐一致，可作为生产用种。但从子二代起，出现性状分离，生长不整齐，优势减退，产量下降，一般不能继续作种子使用，所以需要每年进行生产性制种，以获得大量杂种一代种子，提供生产上使用。

稻是雌雄同花的自花授粉作物。要获得大量子一代杂种的一个有效途径是培育三系，即雌蕊正常、花粉败育、**自交不能结实的雄性不育系**（简称不育系，以A表示）；使雄性不育系的特性世代保持的**雄性不育保持系**（简称保持系，以B表示）；使雄性不育系通过异交可育，产生出具有较高杂种优势的子一代的**雄性不育恢复系**（简称恢复系，以R表示）。在繁殖田里，用不育系×保持系可连年繁殖出供生产性制种用的雄性不育系种子；在制种田里，用不育系×恢复系，即可配制出大量供生产使用的子一代杂种；而繁殖、制种过程中，其自交结实的父本，仍分别为保持系和恢复系，其相互关系如图所示。除三系法外，采用化学杀雄的办法，也可生产出大量的子一代杂种。



杂交稻三系关系示意图

早期研究　1926年J.W.琼斯（Jones）先报道了水稻的**杂种优势**，次年即有人发现水稻雄性不育的现象。1958年日本东北大学胜尾清以中国的普通野生稻（*Oryza rufipogon*）为母本与日本的粳稻藤坂5号杂交，发现**野生稻**有导致藤坂5号雄性不育的细胞质。经连续回交，育成藤坂5号不育系，而藤坂5号就是该不育系的保持系。1960～1968年日本琉球大学新城长有以印度籼稻钦苏拉包罗II（Chinsurah Boro II）与中国台湾省的**粳稻**台中65杂交并连续回交，从后代选出了台中65不育系、保持系和同质恢复系，实现了粳三系配套。1968年日本农业技术研究所渡边以缅甸**籼稻**里德稻（Lead rice）与藤坂5号杂交和连续回交，育成具有里德稻细胞质的藤坂5号不育系。随后又测得日本粳稻福山作为恢复系。但均因杂种优势不明显未能用于生产。

1969年美国的J.R.埃里克森（Erickson）、1972年国际水稻研究所的D.S.阿斯华尔（Athwal）和S.S.福马尼（Virmani）分别用粳稻和非洲栽培稻（*Oryza glaberrima*）以及籼稻品种之间进行杂交，育成不育系，但育性不稳定，无实用价值。

育成过程和成就　1964年中国湖南省黔阳农校**袁隆平**在洞庭早籼等品种中发现一批自然雄性不育材料，提出了实现水稻杂种优势利用的设想，并开始杂交稻的研究。经全国各地用上万个品种或品系测交，均未筛选到保持系。1970年冬该校李必湖在海南省崖县的普通野生稻群落中，发现1株花粉败育的野生稻（简称野败），为育成籼型水稻不育系提供了宝贵的**种质资源**。随后江西、湖南和福建等省以野败为母本，分别与二九矮4号、二九南1号、珍汕97、V20、V41等杂交，并连续回交，于1973年育成二九矮4号A、二九南1号A、珍汕97A、V20A及V41A等一系列不育系和相应的保持系。广西、湖北等省（自治区）采用野生稻和栽培稻杂交，也育成广选3号A、红莲A等一批野栽不育系。同年广西等省（自治区）通过对野败不育系的广泛测交，筛选出具有强恢复力的IR24、IR661和IR26等恢复系，实现了籼型三系配套，并选配出第一批强优势组合，命名为汕优2号、3号和6号，威优2号、3号和6号，南优2号、3号和6号等。1974年开始在湖南、广西、江西等省（自治区）试种，表现优异，比一般水稻品种增产20%以上，随之在南方各省推广。其后，四川农学院用非洲栽培稻冈比亚卡（Gambiaga kokum）、第息（Dissi D 52/57）和籼稻矮脚南特杂交和回交，育成朝阳1号A，即冈型胞质不育系，并配制一些杂交稻组合，在四川部分地区推广种植。

云南、辽宁、北京、湖南、新疆等省（自治区）以及中国农业科学院1969年利用包台A、滇型A、野败A等转育成黎明A等一批粳型不育系，并采用籼粳杂交人工制造恢复系的方法，育成C57、300号、粳67等一批恢复系，继之选配出一批强优势组合如黎优57等，于1976年开始在生产上试种。1977年以来，长江流域各省先后选用包台型、里德型以及滇型不育系转育若干中粳、晚粳稻不育系，并以籼型恢复系、北方粳型恢复系为基础材料育成一批中、晚粳恢复系，从而育成一些适于南方稻区种植的粳型杂交稻。

杂交稻的选育成功，突破了自花授粉作物应用杂种优势的难关，为大幅度提高水稻产量开辟了新途径。中国自1976年将杂交稻应用于生产以来，种植面积迅速扩大，增产效果十分显著，至1985年累计种植杂交稻5 133万多公顷，共增产稻谷4 000余万吨。1986年全国杂交稻面积发展到900多万公顷，约占水稻播种面积的28%，产量却占稻谷总产量的33.5%。其中，江苏省73万多公顷杂交稻，已连续3年每公顷7 500千克；湖北省67万多公顷杂交稻，每公顷产量也达7 500千克；四川省190万公顷杂交稻，每公顷产量7 200多千克。

中国育成的杂交稻在美国、日本、印度、印度尼西亚、阿根廷等国的一些地区试种，也获得成功。尽管现有杂交组合的**稻米品质**尚不能完全适应国际市场的要求，使其在国外大面积应用受到一些限制，但是，杂交稻所表现出的显著的杂种优势和广泛的适应性，

引起了国外科学家的普遍关注，推动了水稻杂种优势利用研究的进展

生物学特性　同一般水稻品种比较，杂交稻根系发达，根的活力从分蘖期到出穗期一般都高于三系亲本，后期根系衰老慢。具有明显的分蘖优势：分蘖发生时期早，单株分蘖数量多。但有效分蘖率偏低。茎粗壁厚，抗倒伏能力也较强。杂交稻单株叶面积大，光合强度高，其群体叶面积指数也高于一般品种，对于物质生产极为有利。而暗呼吸和光呼吸强度则较一般水稻品种低，因此，净光合产物的积累多，其干物质增长的速度和数量均大于亲本。特别是杂交稻生育后期仍具有较大的绿色叶面积，使出穗后植株仍可维持较高的光合生产水平，且茎鞘中贮存物质的转运率也高，穗部能够得到比较多的物质供应，这是杂交稻穗大粒多的生理基础。

杂交稻广泛分布于中国各稻区。籼型杂交稻在华南地区用作连作早、晚稻栽培；华中地区多作连作晚稻；四川、陕南、豫南、鲁南、苏北、皖北及云贵高原常用于一季中稻；长江中下游一季中稻与连作晚稻兼用。而粳型杂交稻则主要分布于北方稻区和南方一些高海拔地区作一季稻或麦茬稻栽培。杂交稻一般感温性偏强、感光性偏弱，同一组合在不同生态条件下，生育期长短也有较大的变化。要求的生物学起点温度比一般品种偏高，幼苗生长要求日平均气温不低于15℃。有利于分蘖的温度在20℃以上。出穗开花时若日平均气温低于23℃或高于30℃影响受精结实。灌浆结实期遇20℃以下低温或30℃以上高温，会造成籽粒发育不良。杂交稻主动吸水和被动吸水能力均比一般水稻品种偏高，尤其是出穗开花至乳熟期其生理需水强度更高，因此保证杂交稻生长后期水分的充分供应是很重要的。根据南方各省的实践，在中等以上肥力稻田上，每公顷生产7 500千克杂交稻稻谷水平下，其所需的养分大致是：氮150千克，磷60千克，钾260千克。杂交稻对土壤的适应性较广，不论山区、丘陵或平原，一般土质均可种植，在北方较之一般水稻品种更适于旱种。

高产结构与栽培要点　杂交稻欲获高产，必须充分发挥其分蘖优势和穗大粒多的优势。因而其高产群体结构的主要特点是分蘖穗在穗数组成中所占的比重大。每公顷产稻谷7 500千克以上的杂交稻，每平方米营养面积上最高茎蘖数大都在400～450株，最后形成250～270穗；每公顷产稻谷9 000千克以上者每平方米面积上最高茎蘖数大都在450～520株，最后形成270～300穗。杂交稻稻穗的一次枝梗数相对稳定，通常为8～12个，但二次枝梗数变幅很大，约在14～35个之间；每穗总粒数一般可比双亲高得多，现有杂交稻的千粒重大多在26克以上，威优组合可达30克以上。杂交稻的空秕率较高，一般在15～20%，南优组合可高达30%以上。恢复系的恢复力和不育系的可恢复性是影响结实率的重要遗传因素之一，而前期大穗优势和后期库、源之间的不平衡则是空秕率较高的生理原因。为协调库、源矛盾，合理利用穗粒优势，据各地高产田分析，每公顷产稻谷7 500～9 000千克的稻田，最适颖花数大多在每平方米36 000～45 000个左右。相应的栽培要点是：①稀播、匀播，培育带蘖壮苗。每平方米秧田净播种量12～23克，单株营养面积不小于10平方厘米；②因茬合理密植。一季稻分蘖期长，每平方米宜栽22～30穴，70～120基本苗（包括分蘖，下同）；麦茬稻和早、晚连作稻的分蘖期短，每平方米宜栽30～35穴，120～180苗；③适当延迟收割，以增粒增重

制种与繁种　制种时是将不育系与恢复系按一定行比相间种植（一般母本与父本比例粳型为6:2，籼型为8:2以上），不育系依靠恢复系散出的花粉受精结实而产生杂种一代的种子，其自花授粉的父本行仍为恢复系。在制种过程中提高杂交结实率，保持杂种的纯度是极为重要的。其主要措施是：①因地制宜安排播种期。尽量使三系在日平均温度24～28℃，相对湿度70～85%，昼夜温差8～9℃，阳光充足的有利气候条件下开花。②因组合安排父母本播差期，并分期播种父本进行混合栽插，以达到父母本全花期相遇。③预测父母本花期，通过对父母本幼穗发育进度的剥查对比，若预测到花期将有较明显的差异时，应采取偏施氮肥、旱控水促、喷赤霉素（九二〇）等措施加以定向调整。④辅助授粉。在父母本始穗期割去高出穗尖的上部叶片，剥去母本包住颖花的叶鞘，并在开花期间用竹竿敲动父本下部茎秆或拉绳赶粉，喷2～3次赤霉素，可减轻不育系包颈程度，促进颖花张开，增高父本植株高度，均有助于提高异交结实率。⑤严格隔离，去杂保纯，对制种田要采取空间隔离、时间隔离或屏障隔离等方法避免生物学混杂。

繁殖不育系的方式与上述制种田的特点基本相似，不同的是：①以保持系作为父本。②现用籼型不育系与保持系同属早籼类型，感温性强，营养生长期短，春季繁种比秋季繁种有利。③不育系与保持系生育期相差不大，在春繁条件下，可在不育系为1.2～1.5叶时播第一期保持系，2.5～3.0叶时播第二期保持系；秋繁时父本叶龄差可为一叶一心及两叶一心。④保持系的生长势较弱，要注意培育壮秧，并增加栽插行数和苗数，以保证有充足的花粉。一般不育系与保持系的行比可采用3～4:2或2～3:1。

化学去雄　生产杂交稻的另一种途径是应用某些化学药品处理，引起雄性不育，但雌蕊仍能正常发育，受精结实，其后代发育也完全正常。这样就可以不必选育雄性不育系、保持系和恢复系而直接利用现有优良品种选配杂交组合。化学去雄的药品种类有甲基砷酸锌（即稻脚青，$CH_3AsO_3Zn \cdot H_2O$）、甲基砷酸

钙(即稻宁，$CH_3AsO_3Ca \cdot H_2O$)、甲基砷酸铁(即田安，$CH_3(AsO_3)_2FeNH_4$)等。各水稻品种对药物的反应不同，所以要选择对药物反应效果好，开颖性能好，异交结实率高，耐药力强的品种作母本。选用一定的标记性状(如紫叶鞘和紫叶等)，花粉量多的优良品种作父本，以提高制种产量和易于鉴别杂种和自交植株。制种田除了同样要安排好播种差期、适宜的行比和密度以及预测花期外，主要要掌握好化学杀雄技术。如籼稻品种可用0.015～0.025%的甲基砷酸锌水溶液加一定的展粘剂，于母本花粉母细胞减数分裂期，均匀喷洒在植株上，以诱导雄性不育。一般在第一次喷洒后7天左右，再以减半或六折的浓度喷洒一次。粳稻分蘖力弱，一般只要喷洒一次即可。喷药前一周追施速效氮肥一次，可以减轻药害。江西、江苏等省用IR24作母本，用化学去雄的方法与献党杂交，育成的赣化2号杂交稻，其每公顷产量最高达到13.5吨。由于在多雨季节大面积采用化学去雄制种难度大，且不同品种对化学杀雄药物的敏感程度不同，杀雄最佳处理不易掌握，故尚难以广泛应用。

中国大面积生产上应用的籼型杂交稻组合，其细胞质来源于野败的占97%以上。为解决细胞质单一，防止发生像美国T型不育系的种质单一化，使玉米遭到小斑病侵染造成毁灭性后果的类似情况，必须广辟不育系的新质源，发展和选育多种类型不同质源的新型不育系，为培育高产、优质、抗病和熟期配套的新组合奠定基础。从制种角度看，还应重视选育异交结实率高时不育系，使杂交稻制种产量再提高一步，从而降低种子成本。

参考书目

李泽炳等:《杂交水稻的研究与实践》，上海科技出版社，1982。

(李成荃)

杂交方式 (pattern of crossing) 亲本数目不一、使用先后不同来配制杂交组合的方式。讲求杂交方式之意义在于创造符合育种目标的变异群体，加大选获期望重组体(组合)的可能性。常用的有**单交**、**三交**、**双交**、回交等方式。用两个以上亲本杂交通称多交或**复合杂交**。

表示不同杂交方式的方法曾有几种。过去沿用的方法是借用某些数学符号来表示。如以乘号"×"表示杂交；以不同的括弧"(　)、〔　〕、{　}"等表示杂交先后次序，以方幂角号表示同某一亲本回交的次数，母本和父本分别放在×号之前和后表示。例如用母本A与父本B进行杂交可用A×B表之。1961年G.A.韦伯(Weibe)提出改进办法，用×、2×、3×等表示第1、2、3次杂交，废除括弧，简化了杂交组合的表示方法。1966年L.H.珀迪(Purdy)等又作了进一步修正，用/、//、/3/，代替×、2×、3×，并用2A、3A等代表A^2、A^3，废除了方幂角号，使它便于打印。这已成为公认的通用方法。

单交　A/B(/表示第一次杂交)，两个亲本进行一次杂交，也称成对杂交，是最简单的杂交方式。单交有正交和反交之分。A/B为正交，则B/A为反交，反之也然。在不涉及胞质遗传时，正交与反交的遗传效果相同，所以配制组合多不考虑正反交问题，但如某些性状牵涉到胞质遗传则需根据育种目标要求决定采用正交或反交。单交简便易行，在育种工作中应用最广。只要预计单交组合可望得到符合育种目标的杂种后代，应力求避免采用复交。

三交　A/B//C或A//B/C(//表示第二次杂交)，是又一种广泛应用的杂交方式。一般在两个亲本不具备育种目标所要求的全部性状时需要启用第三个亲本，配置成三交组合。三交中各亲本的遗传剂量不相同，第二次杂交使用的第三个亲本占1/2，而第一次杂交时的两个亲本各占1/4。因此应把综合性状较好的产量亲本作为第二次杂交亲本使用。

双交　典型的双交包括四个亲本，A/B//C/D。双交可以把更多的目标性状集中到一个群体中去，在育种目标要求性状较多时应用。三亲本双交A/C//B/C与三交相似之处是三个亲本A、B、C所占的遗传剂量在理论上与典型的三交相同；不同之处是在进行第二次杂交时作为亲本之一的A/B所产生的配子因经过重组而各不相同，而另一亲本C所产生的配子完全相同的，与之相比，三亲本双交在第二次杂交时的A/C和B/C所产生的配子都因曾经过基因分离重组而各不相同。所以三亲本双交F_1群体内个体间的差异比典型三交F_1群体为大，更有利于选择。

循序杂交　是一种不断引用新亲本的复合杂交，如A/B//C/B/3/D/4/E……(//中的数字表示第若干次杂交)，目的在于不断修正已配制组合的缺点。这种杂交方式要求每一亲本的综合性状水平都较高，否则不易收到预期效果。

复合杂交　从F_1代起性状即发生分离，宜从F_1代开始选择，而不像单交那样从F_2代开始；由于牵涉到的性状较多，变异范围广，其F_1代群体必须保持一定规模，才有可能选出合乎要求的后代，因此要多作些杂交穗。在选择时也应根据性状分离的显隐性关系合理掌握选择强度，一般可适当多选些单株，中选的单株后代群体也需适当扩大。至于复交F_2及以后世代的选择，则与单交同。与单交相比，复交后代群体变异范围大、种类多，有可能选到具有符合更多目标性状的重组体。但它需要稍长年限和较多人力。特别是牵涉到较多亲本的复合杂交，在进行第三次以上的杂交时，父母本之一或双方都在分离，要求较准确地选择优良单株进行杂交，确实不易掌握，也难以达到所需规模。因此四交以上的复合杂交应用较少。



阶梯杂交　常用的做法是从F_3、F_4代群体中选择优系配置单交，必要时周而复始。从长期看，各类杂交育种进程实际上都属阶梯杂交。

回交　以杂种F_1代与双亲之一连续杂交。以A/2＊B或A/3＊B 等表示（＊表示回交，2、3表示包括第一次杂交在内的回交次数，B为轮回亲本）。

聚合杂交　是一种复杂的复合杂交，目的在于把多个亲本的优良基因依次集中到杂种组合中去。有多种形式，以下是J．马基(Makey)1962年提出的四种方案。

①根据最大重组原则的聚合杂交

第一年：A×B　C×D　E×F　G×H

第二年：　×　　×

第三年：　　×

品种

②根据超亲重组原则的聚合方式

第一年：A×B　A×C　A×D　A×E

第二年：　×　　×

第三年：　　×

品种

③根据超亲重组与不完全回交相结合原则的聚合杂交

第一年：A×B　A×C　A×D　A×E

第二年：2＊A×B　2＊A×C　2＊A×D　2＊A×E

第三年：　×　　×

第四年：　　×

品种

④聚合回交法

第一年：A×B　A×C　A×D　A×E

第二年：2＊A×B　2＊A×C　2＊A×D　2＊A×E

第三年：3＊A×B　3＊A×C　3＊A×D　3＊A×E

第四年：4＊A×B　4＊A×C　4＊A×D　4＊A×E

第五年：　×　　×

第六年：　　×

品种

（孙伯陶）

杂交小麦　见杂种小麦。

杂交育种（cross breeding）　用不同基因型杂交，经分离、重组创造异质后代群体，从中选择优良个体，并进一步育成新品种的方法。由于所用的亲本亲缘关系不同，可分为品种间、种间或属间杂交。杂交育种通常是指不同品种间的杂交。属间杂交又称远缘杂交，主要通过特殊技术处理，导入外缘基因，创造具有突出优良特性的中间材料，有时也能育成可供生产利用的新品种。

杂交育种可按照育种者的意愿将所选用亲本的优点通过基因重组组合到一起，创造出前所未有的新类型。也可通过基因效应的累加，在后代中选出受许多微效基因控制的某些数量性状超过亲本的个体。与选择育种相比较，杂交育种不是仅仅利用自然界中现有的变异，而是按照生产需要去创造新的类型，能够更好地发挥人的主观能动作用，因而已成为农作物育种中最广泛应用和卓有成效的方法。

杂交育种主要包括组合配置、杂交后代处理和定型品系(种)评比三个环节。在程序上要通过亲本圃、选种圃（F_1、F_2、F_3代……直至纯合程度达到要求时为止）、产量比较圃（鉴定圃、预试圃、品种比较圃）、区域试验、生产试验，直至生产上使用。

配置组合　目的在于创造符合育种目标的变异群体。首先要选择具有目标性状的材料作为杂交亲本，包括产量潜力高、综合性状好的中心亲本或骨干亲本和具有早熟、抗病、抗逆、适应性广等各种特点的其它亲本。对亲本材料不但要熟悉其表型性状表现，而且要尽可能地了解其性状的遗传特点和配合力高低。这样才能得心应手地配置杂交组合。为此目的应当加强亲本材料的征集和交换，以至用杂交或其它手段来创造合用的新亲本。

配置杂交组合应依据下列原则进行：①要求亲本应优点多而突出、缺点少而易克服。不同亲本主要的优劣性状必须能相互弥补，不能含有共同缺点。在育种目标要求性状较多时，还要考虑通过基因重组，组合中各主要性状出现的可能性是否协调，以免顾此失彼。②杂种群体的变异性大小视所有亲本而异。一般两亲应在遗传上有一定差异，才能提高分离世代的选择潜力，有利于选获突破性类型。因此可考虑在生态类型不同、亲缘关系稍远、原产地地理距离较大的亲本之间配置组合。但亲本遗传距离大小与育种的难度成正比，所以也不是越大越好，特别在环境条件严酷的地区，亲本差异过大，不易选到适应性强的杂种后代。③至少有一个亲本是产量较高、综合性状较好的地方品种或生产上使用的推广良种，以促使后代有足够的适应性或丰产性。④优先使用一般配合力高、加性效应大的亲本。

杂交技术　因作物而异。以去雄方法而言，有人工除去花药、麦管切割、温汤杀雄、化学杀雄等，也可利用显性雄性核不育材料作母本，不经去雄就能接受外来花粉。为使双亲花期相遇，可以采用分期播种，调节光、温及水肥管理条件、剪蘖、盖地膜等办法。当两个亲本杂交不亲和时，可采用多次重复授粉、幼嫩

柱头授粉、蕾期授粉等办法加以克服。也可先以较为亲和的桥梁亲本同预定的亲本之一进行杂交，再把杂种与另一亲本杂交。对于不易开花的无性繁殖作物则需采取诱导开花的措施，例如甘薯与月光花嫁接可以诱导甘薯开花。

杂交后代处理　杂交组合的后代是一个边分离、边纯化的异质群体。所谓“处理”是如何种植、掌握这个变异群体以便尽快从中选出所要求的个体。基本的处理方法有混合法和系谱法。混合法是在杂种早代采用混合种植不加选择，等到F_4至F_6代群体内植株达到一定纯合程度时再进行一次选择。系谱法则逐代点播、连续进行单株选择直至基本纯化为止。其他处理方法如混合系谱、派生系统、单粒传等都是这两种基本方法的灵活运用。

品系评比　是育种程序的最后一环，包括品种比较圃、区域试验和生产试验。主要是对育成的品系进行产量鉴定，也包括对抗病性、抗逆性、品质等重要性状的评价和在不同地区的适应性，从而确定其生产应用价值。最后经品种审定委员会审定后即可在生产上推广。具体的评价方法与其他育种方法相同。

（李晴祺）

杂三叶 (alsike clover)　豆科三叶草属的一个种，学名*Trifolium hybridum* L.，多年生草本牧草。又名瑞典三叶草(Swedish clover)、杂车轴草。原产瑞典，欧洲中、北部及苏联、美国、加拿大均有栽培，中国栽培较少。

根入土较浅，支根较多。茎长30～70厘米，细软、中空、半直立。小叶卵型，边缘有锯齿，托叶膜质，长圆形，先端尖锐。全株光滑无毛。头形总状花序，着生于茎梢或腋出花梗顶端。花小，粉红色。异花授粉，荚小，每荚含种子2～3粒。种子细小，暗绿色，千粒重约0.65克左右。喜冷凉湿润气候，耐寒、耐热、耐湿性强，不耐旱。耐酸，能在轻碱地上生长，适宜pH 4.8～7.5。早期生长慢，整地宜精细，春播或秋播，以秋播为好。每公顷播种量6～7千克。覆土宜浅。可与红三叶、猫尾草等牧草混种。播种量每公顷7～12千克，混播比例为1:1.5:2.5，亦可与苜蓿、白三叶、草木樨、黑麦草、鸡脚草、苇状羊茅、无芒雀麦、红顶草等混种。产量较低，再生性差，品质甚好，病害少，结实性能佳，凡不适宜栽培红三叶草的地区，往往可用杂三叶替代。宜盛花时刈割。供放牧用时应防止食入过量而引起臌胀病。　（梁祖铎）

杂种高粱 (hybrid sorghum)　两个遗传性不同的高粱品种杂交，所产生的子一代，称为杂种高粱。优良的杂种高粱适应性强、产量高。子一代遗传型相同，群体整齐一致；子二代性状分离，优势减退，产量下降，不能继续作种子用，所以需要年年进行生产性制种，以获得大量杂种一代种子，提供生产使用。

发展与成就　高粱是雌雄同花的作物，去雄困难，难以获得大量的杂交种子。1954年美国学者J.C.斯蒂芬斯 (Stephens) 培育成细胞质雄性不育系 TX3197A及其相应的保持系，并筛选出能恢复不育性状的恢复系。雄性不育系雌蕊正常，花粉败育，自交不能结实。保持系有正常的花粉，授于不育系结成的种子，播种后长出的植株，开花时仍具有不育性状，不育系借助保持系的花粉受精结实，可使不育性状代代遗传下去。恢复系有正常花粉，授于不育系结实，子一代可使不育性状得到恢复，且能产生明显的杂种优势。

TX3197A，细胞质来源于西非高粱。细胞核为南非高粱。70年代美国一些学者又育成了细胞质与TX3197A不同的A_2、A_3等新型高粱雄性不育系，这些多样化的雄性不育系，对扩大品种资源利用，培育更多、更好的杂交种提供了更为方便的条件。

细胞质雄性不育系育成后，高粱生产国迅速培育了一批优良杂交种，大面积推广于生产。50年代末，杂种高粱美国已基本普及。结合栽培技术的改善，在播种面积基本稳定下，单产增长了两倍多。法国推广杂种高粱，产量也提高了一倍。意大利、西班牙、印度、澳大利亚等国由于推广杂种高粱，都收到了显著的增产效果。

50年代末TX3197A引入中国，60年代培育出一批相应的中国高粱恢复系，如三尺三、鹿邑歪头、忻粱52等。选配出的高产杂交种晋杂5号、遗杂7号、忻杂52等，并用于生产。70年代育种单位先后又育成了一批品质较好的晋杂1号、冀杂1号、渤杂3号、铁杂6号、沈杂3号、锦杂75、沈农447等优良杂交种1975年杂交种推广面积达200多万公顷。80年代初又引进了TX622A、TX623A、TX624A等配合力更高的细胞质雄性不育系，并育成了一批品质较好、产量更高的杂交种。如辽杂1号、沈杂4号、锦杂83、铁杂7号等。

北方的黑龙江、吉林、内蒙古等地区，无霜期短，引进的不育系表现晚熟，不能直接利用。60年代以后，各育种单位利用TX3197A的不育种质，育成了一批早熟不育系，如黑龙11A、黑龙30A、2731A、矬1A等，也相应地选育出一批早熟的恢复系，生产上推广的主要杂交种有同杂2号、吉杂26、吉杂27、黑杂34等。具有高产、优质、早熟等优良性状。

中国高粱生产，1977年以来单产水平不断提高。1982年全国平均每公顷产3 150千克，较60年代初期提高了一倍多。除改善了栽培技术外，杂种高粱的推广普及是增产的主要原因。

亲本选育　为选配适于不同条件下种植的优良杂交种，必须培育大量的不育系和恢复系。

不育系选育　选用已有品种或杂交后代的优良品系，以一两个不育系作为母本，进行测交。观察测交杂种的育性表现。对表现为完全不育的杂种，其相应父本即可作为转育不育系的材料。选育不育系的方法是回交，即以不育系为母本与准备育成不育系的材料为父本，授粉杂交。第一代选不育株，再从相应父本行选株授粉回交，如此反复进行四五代。母本的细胞核就被父本的细胞核所代换，育成一个与父本性状完全相同的不育系。以矬$_1$A为例，其回交选育程序如附图。

TX3197A×矬巴子
（母本）　↓（父本）
杂交一代×矬巴子
（育性分离
选不育株）↓
回交一代×矬巴子
（选不育株）↓
回交二代×矬巴子
（选不育株）↓
回交三代×矬巴子
↓
回交四代×矬巴子
↓　　↓
矬$_1$不育系　矬$_1$保持系

矬$_1$不育系及其保持系选育程序

恢复系选育　以优良的品种或品系与不育系测交，测交杂种表现为完全恢复的，其相应父本即为一恢复系，可作为配制杂交种的父本加以利用。如果测交杂种育性尚不稳定，可从父本群体中选择若干株，分别测交，即可选出恢复性状稳定的恢复系。中国从地方品种中选出的优良恢复系有三尺三、护22号等。70年代各科研单位广泛采用人工有性杂交的方法，育成许多优良恢复系，如晋辐1号、白平、7384等农艺性状优良、配合力高，已成为许多杂交种的骨干系。

杂交种选配　利用不育系和恢复系即可配制杂交种。两亲的关系对子一代的杂交优势影响极大，一般亲缘关系远的和不同生态型的相互杂交，一代产量高。中国高粱是一独特的生态型，与南非、中非、亨加利等类型高粱杂交，均表现很强的优势。

配合力是选用亲本的主要依据，多数研究证明，一般配合力和特殊配合力对杂种产量的贡献都是重要的。高产的杂交种，至少要有一个亲本是高配合力的。在育种过程中，对不育系、恢复系首先要进行一般配合力测定，选出几个较好的亲本，在此基础上进行特殊配合力测定，选出性状优良的杂交种。

杂种高粱要求产量高、品质好，1972年F.C.柯林斯(Collins)和R.C.泊克特(Pckett)研究了杂交种的产量、蛋白质、赖氨酸的优势表现。大多数杂交种蛋白质含量没有优势，赖氨酸含量没有一个杂交种超过双亲。中国的研究也得到类似的结果。优质杂交种的选育，必须选择两亲均为品质好的进行选配。单宁含量低是优质育种目标之一。低单宁亲本与高单宁亲本的杂交种一代，一般为两亲的平均值或倾向高值亲本。低单宁的杂交种，两亲的单宁含量也都必须是低的。

抗丝黑穗病、抗高粱蚜也是育种目标之一。大多数亲本抗病是显性，也曾发现卡弗尔407(Kefir 407)、卡普罗克(Caprock)两者都是抗病，而杂种为感病。抗病育种必须选择抗病亲本，同时对杂交种也要进行抗病鉴定。世界品种资源中具有抗蚜种质，可以育成高抗亲本，选配抗性强的优良杂交种。

繁种和制种　繁种为制种提供亲本种子，制种为大面积生产提供生产用种。

亲本繁殖　雄性不育系，易接受异花花粉，产生生物学混杂。所以不育系的繁殖田必须隔离。隔离的方法主要有空间隔离和严格的时间隔离，空间隔离的距离与开花期的风力、风向以及地势屏障等有密切关系，一般应在500米以上，越远越能保证不育系的种子纯度。时间隔离是雄性不育系繁殖田与其它高粱田错开播种期，使花期不能相遇的隔离方法。主要在生育季节长、一年两熟或二年三熟地区采用。

不育系种子繁殖必须和保持系相间种植，间隔行数比例一般为4:2或6:2，即母本4行或6行。通常保持系的抽穗和开花都略早于不育系，为使不育系和保持系花期相遇良好，保持系可分两期播种，即一行与不育系同期播种，另一行适当晚播。也可利用催芽播种或其它促控措施调节花期，以保证不育系接受足够的花粉，提高种子产量。必要时进行人工辅助授粉，提高结实率。不育系和保持系形态特征很相似，为分辨父母行，可在保持系行内种上标志作物，成熟时分别收获。运输、堆放、脱粒、贮藏等作业严防机械混杂。

恢复系繁殖田亦应单设隔离区，生育期间进行严格去杂去劣，避免混杂。

配制杂交种　不育系与恢复系相间种植，不育系接受恢复系的花粉受精结实，产生杂种一代种子。制种田也必须进行隔离，隔离距离不能少于400米。母本与父本相间种植行数比例以3:1或6:2为宜。两亲的抽穗开花期相同时，可同期播，若相差较大，则应调节播种期或生育前期采取促控措施，使其花期相遇，授粉结实。去杂、去劣、收获、脱粒等均与不育系繁殖田相同。

（郗锡勋）

杂种小麦 (hybrid wheat)　两个遗传性不同的小麦品种间杂交产生的具有杂种优势的子一代。由于杂交子一代单株间基因型相同，所以杂交小麦性状整齐一致，可用于大田生产。但是，从子二代起，性状发生分离，优势减退，产量下降，不宜作[illegible]。为此，

杂交小麦必须年年制种。

小麦的杂种优势表现在生长势、抗逆性、生育期、株高、产量和品质等方面。杂种优势的大小因亲本的基因型和杂种生长的环境条件而异。据报道，一般可增产20～25%；比高产亲本增产10～15%。当产量的增加能抵销并超过生产杂种种子的成本时，杂交小麦才得以在生产上利用。

小麦是自花授粉的雌雄同花作物，要配制杂交小麦种子一般需要三系配套材料，即雄性不育系（简称A系）、雄性不育保持系（简称B系）和雄性不育恢复系（简称R系）。近年来，化学杀雄药剂的研制和利用为配制杂交小麦种子提供了一个可选择的途径。

简史　1951年，日本的木原均用核置换法将普通小麦的细胞核导入尾状山羊草(*Ae. caudata* L.)胞质中，首次发现了小麦细胞质雄性不育 (Cytoplasmic male sterility, CMS)。1962年J.A.威尔逊(Wilson)和W.M.罗斯(Ross)报道，用普通小麦比松 (Bison)为父本，以提莫菲维小麦(*T. timopheevii* Zhuk.)为母本进行杂交，再以比松为轮回父本作核置换回交，获得第一对小麦提型比松雄性不育系和保持系。后来，R.W.利弗斯 (Livers)在提莫菲维小麦与普通小麦马奎斯(Marquis) 的杂交中，鉴定出两个显性育性恢复基因Rf_1和Rf_2，从而实现了小麦"三系"配套。1966年法国育成了提型普里美皮 (Primepi) 恢复系。到80年代初，提型三系材料一直是世界各国杂交小麦选育的基本材料，这是因为：①提型不育胞质对杂种产生不良的副作用较小；②已育成较多恢复系可供选用；③对提型三系的理论研究已有一定的基础。美国的Dekalb 和先锋(Pioneer)种子公司分别于1974和1975年发放了第一批杂交小麦种子，随后，Cargill 和 Hybritech International 种子公司也制造配制杂交小麦。

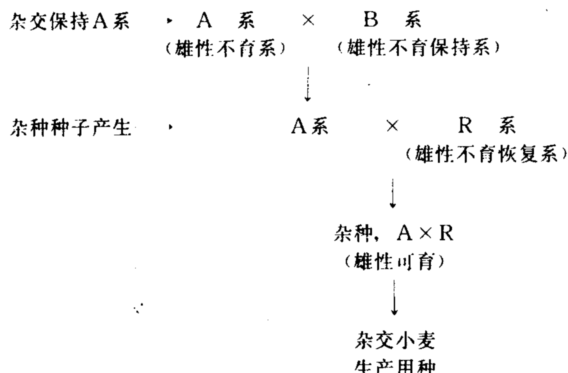
1978年，日本常协恒一郎报道，小麦的1B/1R易位系Salmon的染色体1R短臂上有一个对粘果山羊草 (*Ae. kotschyi* Boiss) 细胞质产生雄性不育的隐性基因rfvl，并育成了K型（又称粘型）Salmon 1B/1R雄性不育系，但由于黑麦的1R染色体臂上还具有一个显性的诱导单倍体基因Rfg，致使30～80%的植株为单倍体，并常常产生孪生苗，难以在杂交小麦中直接利用。

中国于1965年从国外引进提型苏联早熟1号(Скороспелка 1) 不育系和由马奎斯恢复系衍生的T808恢复系，以后又引进普里美皮等恢复源和其他类型的雄性不育系。通过回交转育形成三系配套。70年代初期已试配杂种组合并小面积试种，但由于三系农艺性状不够好，恢复系的恢复力还不高、不稳等原因，杂交小麦仍未能在生产上应用。1983年，西北农业大学选用了从美国引进的10种优良可育山羊草细胞质的异质小麦克里斯(Chris)作为细胞质基础材料，用中国选育的一些具1B/1R易位系的小麦优良品种或品系进行测交，发现偏凸山羊草 (*Ae. ventricosa* Tausch)细胞质对1B/1R易位系也表现为雄性不育，且生长发育正常，是一种比较理想的雄性不育系统，简称偏型或Ven型。同时，通过筛选和染色体工程技术，排除了1B/1R的R染色体臂上的Rfg 基因，选出了对粘果山羊草细胞质不产生单倍体和孪生苗的保持系。也有学者直接用粘果山羊草和小麦杂交，选育出不育性稳定、恢复源广、恢复度高、无胞质不良反应的新型粘型雄性不育系统。这些为在中国利用杂交小麦开拓了新的途径。

细胞质雄性不育系的选育和保持　胞质不育系采用核置换法或回交法获得。即用具有不育细胞质的不育系作母本，以农艺性状优良、不携带育性恢复基因的品种作核供体亲本进行杂交、回交，连续回交5～7次，就可获得新的不育系。此系具有不育的细胞质和核供体亲本的全部核基因型。不育系的不育性是被一个雄性可育系授粉后而保持下来的，这个花粉供体系称之为保持系。不育系和保持系有相同的核基因型，都不携带显性育性恢复基因；但是保持系的细胞质是正常的，不携带不育基因。

恢复系的选育和测交　恢复系是不育系的授粉亲本，杂交后可产生饱满有生活力的种子，并恢复后代育性。要恢复提型不育系，必须具有两个显性可育基因Rf_1和Rf_2，其细胞质是可育的（来自普通小麦）也可以是不育的（来自提莫菲维小麦）。选育恢复系时，用不育细胞质比可育细胞质要容易，这是因为Rf基因的表达不用测交到不育系便可认可。影响提型不育系育性恢复的基因除Rf_1和Rf_2之外，还可能有第三个主基因和众多的微效基因。已鉴定出，这些微效基因定位在21个小麦染色体中的17个，基因的作用是累加的，依据微效基因的组成及它们与环境的互作，而得到不同程度的恢复力，这就是提型不育系至今难以在生产上大面积应用的原因所在。据单体分析，不同恢复源的恢复基因位点有所不同，如马奎斯位点在染色体1A、7D，普里美皮在1B和5D，把不同恢复源位点上的不同恢复基因聚合在一个恢复系上，使其不仅可提高杂种小麦的结实率，而且也有利于提高稳产性。

恢复系除有较强而稳定的恢复力外，还必须有产生优势组合的潜力，这种潜力是通过与不育系测交，在产量试验中进行评估的。当一个具有优势组合潜力的系被鉴定后，再通过回交把恢复基因导入到该系中。恢复系的农艺、抗病性状和配合力的好坏也决定着杂交小麦的产量水平。按推广品种的要求来选育恢复系，有利于杂交小麦直接应用于生产。开颖吐药的开花习性也是恢复系应具有的优良特性，它有利于杂交授粉和配制杂种。



利用细胞质雄性不育和育性恢复基因生产杂交小麦示意图

繁种与制种　优良的A系和R系被鉴定后，在田间采用交替行播A系和R系产生杂种种子，从A系上收获杂种种子。据经验，机播带宽3.7～4.3米，应用1∶1或2∶1（A系∶R系）行比，结实率可分别达74%与55%左右。不育系产量可达1.4～2.4吨/公顷。中国在河北省藁城县用6∶3行比进行原冬杂1号制种，不育系异交结实率达75.6%，产量达2.4吨/公顷。此外，还可利用播种密度差别、地膜覆盖、分期播种、酌情增加灌水施肥量等措施来调节花期。隔离区要求距离其他小麦品种100米以上。

化学杀雄　也是配制杂交小麦的一条有效途径。即在花药形成的一个特定时期，把化学药剂喷洒在小麦植株上，抑制花药和花粉发育，而不影响柱头和种子发育。利用化学杀雄剂生产杂交小麦种子，只需鉴定出强优势组合，而不必转育成三系，也不存在恢复力影响杂种结实率的问题。自70年代初开始，美国、澳大利亚、英国、法国和中国等国家先后对小麦化学杀雄剂 (Chemical hybridizing agents, CHAs) 乙烯利（2-氯乙基磷酸）、均三嗪二铜（DPX 3778 或 KMS-1）和WL84811 等进行了广泛的田间试验，取得了一定的进展，但仍存在着药剂毒素对植物和人体的危害等问题（见**化学杀雄**）。　（范　濂）

杂种优势 (heterosis or hybrid vigor)

遗传基础不同的两个亲本杂交产生的杂种在某些性状上优于其亲本的现象。杂种优势是生物界普遍存在的现象。

杂种优势的表现大体上有三种类型：①表现在**远缘杂交**的后代中，即杂种营养体的大小和数目、生长速度和有机物积累的强度等显著超过双亲，但是这类杂种的繁殖能力并没有提高，甚至还要低于双亲。有人称这种现象为杂种的旺势。这种旺势可能有利于生产，但是对生物的适应和进化却不一定有利。②表现为杂种的繁殖器官的发育优于亲本，如有较高的结实率。③表现为进化上的优越性，如杂种的生活力、适应性、竞争能力以及其它在生存竞争中起作用的因素优于双亲。杂种优势表现的这种划分并不是绝对的，有时第二种和第三种类型之间往往很难区分。

在少数生物的杂种中还发现生存能力等反而比亲本减退的现象称为杂种劣势。

一般具有杂种优势的杂种都表现明显的近交衰退现象。杂种优势主要表现在杂种第一代，从第二代开始杂种优势就明显下降。因此农业上主要是利用动植物杂种第一代的增产效果。

早在两千年前中国人就注意到母马和公驴交配所产生的杂种——骡具有优于双亲的强大体力，并且开创了人类利用动物杂交优势的先例。在植物方面首先描述杂种优势的是1776年德国学者J.G.克尔罗伊特(Köelreuter)。1894年K.E.盖尔特纳 (Gärtner) 在80个属的700种植物中发现了杂种优势。此后孟德尔(1866)、达尔文(1876)都在自己的著作中描述过植物的杂种优势。1900年**孟德尔定律**重新发现后，杂种优势的研究和应用得到了进一步的发展。

杂种优势在遗传上主要有三种解释：

显性假说早期研究认为，对生长和发育有利的基因往往是显性或半显性的，而不利基因往往是隐性的。在杂种中有利显性基因通过对隐性基因的抑制作用，以及有利显性基因间的互作和累加作用，从而使杂种表现出优于双亲的强大优势。现代遗传学认为，野生型基因一般是显性的，显性基因多编码具有生物学活性的蛋白质；突变型基因一般是隐性的，隐性基因多编码失活的或低活性的蛋白质。因此杂合体AaBb的生活力高于纯合体aaBB或AAbb。

超显性假说认为杂种的杂合性是杂种优势的原因，杂合体的优势大于纯合体。例如在二倍体A_1A_2、A_2A_3、A_1A_3等杂合体比纯合体A_1A_1、A_2A_2和A_3A_3表现优越，而各个杂合体间优势的差别，则决定于每个杂合体内**等位基因**间差别的大小。现代分子遗传学对超显性假说提出以下解释：杂合位点上的两个基因可以分别编码代谢功能和催化活性不同的多肽，并且彼此互补，从而使杂合体显示出表现型上的优越性；杂合子能编码纯合子不能合成的新物质。

上述两种假说中，前者强调显性基因的作用，后者强调基因间的互作。两者各有试验的根据，并不互相排斥，也都不能概括一切。

现代**数量遗传**学认为，杂种优势的遗传基础在于基因的不同作用形式，这包括显性效应、累加效应、上位效应、互补作用和超显性效应。在某一材料中可能由某一种效应起主导作用，另一种材料中可能由另外一种效应起主导作用。

根据杂种优势原理，通过育种手段可以使动植物提高产量、改进品质和提高劳动生产率。例如玉米自

交系间杂交种可以比普通玉米品种增产15～20%以上。从20世纪50年代大规模推广**玉米杂交种**以来，已在大田作物、果树、蔬菜、林木、畜禽等广泛领域中应用杂种优势。中国**水稻**杂交种的选育成功，为水稻增产作出了巨大的贡献。（戴景瑞）

栽培稻 (cultivated rice)　由**野生稻**演化而成适用于栽培的稻种。有亚洲栽培稻 *Oryza sativa* L. 和非洲栽培稻 *Oryza glaberrima* Steud. 两个种。均为二倍体，染色体数2n=24。亚洲栽培稻为A染色体组，非洲栽培稻为A^g染色体组，二者杂交第一代不育，但形态上差异不大。

亚洲栽培稻，因起源于亚洲而得名，又名普通栽培稻。一般认为是由多年生野生稻 *O. rufipogon* W. Griffith演化为一年生野生稻 *O. nivara* Sharma et Shastry，而后进一步演化为栽培种。遍布于世界各地，中国栽培的水稻均属此种。

亚洲栽培稻分籼、粳两个亚种。其主要形态特征是：根属于须根系，根群分布可达40厘米，一般茎长0.7～1.3米，茎直立，节间中空，基部茎节可产生分蘖。叶片长30～60厘米，宽1.5～1.8厘米，有明显的中肋。一般有叶耳和叶舌，叶舌较长（15～45毫米）。复总状花序，小穗为单花。内外颖表面被茸毛，有时外颖颖尖延长为芒。稻谷为秆黄色到黑褐色。

非洲栽培稻，因起源于非洲而得名。一般认为是由长药野生稻 *O. longistaminata* A. Chev. et Boehr演化为巴蒂野生稻 *O. barthii* A. Chev.，随后再进化而成。主要分布在尼日尔河流域的尼日尔、尼日利亚以及塞拉利昂等国。由于在较好的栽培条件下，产量不如亚洲栽培稻高，故种植面积逐渐缩小。

非洲栽培稻只有陆稻和浮水稻类型之分。其主要形态特征是：叶舌较短（6毫米），尖端圆形。植株和谷粒表面几乎无毛，故又称光身稻。有芒的品种，芒亦光滑。稻穗一般仅有第一次枝梗。花药短小、柱头紫色。成熟时谷粒黑褐色或黄褐色，糙米多为红色。种子发芽快，苗期长势旺，有利于和杂草竞争。感光性迟钝，在非洲栽培全生育期为100～125天。有些品种抗旱性强。（申宗坦）

再生稻 (ratooning rice)　**水稻**收获后，培育稻桩再生分蘖，而出穗成熟的一茬水稻。早在公元3世纪70年代的《广志》中，就有稻"获讫，其根复生，九月熟"的记载，公元4世纪张谌著的《养生要术》中也有阐述。在湖北、湖南、江西、安徽等省的滨湖、沿河的低洼地区曾有在早、中稻收割后培育再生稻的习惯，今在四川省的东南部沿长江河谷一些地区仍有栽培。

水稻的每一叶腋间都有一个腋芽。在营养生长期间，基部的腋芽由下而上地萌芽成分蘖。但进入生殖生长期后，余留的腋芽就不再形成分蘖而处于休眠状态。有些休眠芽在水稻成熟期陆续死亡，而有些直到完熟期时依然存活。**籼稻**休眠芽的死亡有由下而上的趋向，故活芽主要留存在较上部的节。而**粳稻**则不同，以较下部节的**休眠**芽存活较久。

品种生育期长短与再生稻成败密切相关，太短者再生稻产量不高，太长者则再生分蘖如遇低温等环境因素不能正常出穗成熟，以致失收。同时，水稻的再生力在品种间有较明显差异。因此，在热量条件对双季稻不足而对一季稻有余的适宜培植再生稻的地区，必须选用桩上活芽多、再生力强、生育期适宜的品种类型的未倒伏田块来留蓄再生稻。头茬稻收获前7～10天要施适量氮肥作保芽肥。割稻时留桩高度一般宜5～10厘米（早稻类型）或15～25厘米（中稻类型），生育期长的品种留高些，生育期短的品种留低些；籼稻留高些，粳稻留低些。头茬稻刈割后，立即再施氮肥，保持田间充分湿润，通常五六天后即可发出大量再生分蘖。再生稻的整个生育期约为头茬稻的1/2，栽培省工、省水、省肥，一般产量为1.5～2.5吨/公顷，高的可达4吨。如湖北省农业科学院育成的再生稻品种中的"40－1"，在1984年生产试验中，头茬稻产量为7.81吨/公顷，再生稻产量为4.67吨/公顷。（闵绍楷）

再生高粱 (ratooning sorghum)　**高粱**茎节上的休眠腋芽具有很强的萌发特性，收割后从茎基部节发生**分蘖**，或割穗收获后，从植株上部一二节萌发出分枝，在暖温带和亚热带地区分蘖或分枝能抽穗成熟。栽培上利用这种特性，一次**播种**多次**收获**，称为再生高粱。

再生栽培有高茬低茬两种留芽法。高茬留芽是在高粱成熟时，仅收获穗子，使其穗部以下的茎节和叶片保持完好状态，促使上部节的腋芽迅速长出分枝。高茬分枝的高粱只需50～60天即可成熟，适于**生育期**短的地方采用。低茬留芽法，是在高粱成熟时随收随砍茎秆，一般在接近地面部位留两个节，从基部两个茎节处分蘖，这种方法优点是再生苗粗壮。穗大粒多产量高，但生育期较长。

再生高粱的栽培，必须掌握的技术环节是：①要选用早熟高产再生力强的品种或杂交种。②留芽和分蘖要适宜。低茬留蘖1～2个，高茬留芽2～3个，使养分集中，促进生长发育。③加强**中耕**和追肥管理。在第一熟收获后要进行中耕和追速效化肥。土壤干旱时应立即灌水，促进快分蘖或快分枝，确保适时成熟和穗大粒饱。④再生高粱的头茬成熟早，鸟害严重，必须成片集中种植，并加强保护。（梁亚超）

藏红花　见**番红花**。

旱稻　见水稻季节生态型。

早熟禾 (blue grass)

禾本科早熟禾属的一个种，学名*Poa pratensis* L.，多年生草本植物。又名草地早熟禾、光茎蓝草、草原莓系。饲用作物，也有保土和绿化作用。北半球温带地区均有野生种分布，主要分布在亚洲、非洲，中国东北、西北以及西南等地均有。通常生长在草地、山坡及路边等处。现在引种的品种，多是从丹麦、荷兰、加拿大等国引进。

须根，有根茎。茎直立，丛生，株高25～40厘米。叶片蓝绿色，条形，柔软，叶舌膜质，短而钝，有时退化。无叶耳。圆锥花序，开展，小穗密生顶端，含3～5朵花，顶上的花不完全或退化。种子小，千粒重0.35～0.4克(见图)。



早熟禾适于湿润冷凉气候中生长，耐寒性较强，可以在高寒地区越冬。但不耐旱，也不耐热，干旱和酷热的夏季则停止生长甚至死亡。在北京观察，越夏时早熟禾发生死苗现象，干旱或刈割后，死苗更多但存活的苗，在气候转凉后，能恢复正常，并迅速蔓延覆盖地面。根茎繁殖快，再生力强，耐践踏。播种当年生长缓慢，第二年生长加快，可以开花结实，一般3～4年生长最旺，以后逐渐衰退

早熟禾种子小，宜浅播，因此要求整地良好，并在土壤墒情良好时播种，可春播或秋播，生育期短的地区可夏播。每公顷播种量3.5～7.5千克。出苗后，要进行中耕除草，保证幼苗生长，并注意施肥，以提高产草量。一般每公顷产干草3.5～6.5吨。种子产量450～900千克/公顷。

早熟禾植株不高，密丛生，茎叶柔软。耐牧性好，可用来建立人工放牧场，也可用于建立草坪。其干草含水分7.8%，粗蛋白质10.8%，粗脂肪4.3%，粗纤维25.1%，无氮浸出物45.6%，灰分6.4%。

（耿华珠）

早熟育种 (breeding for earliness)

以缩短生育期、提早收获为主要目标的品种改良。前作早熟能及早腾地，后作早熟可耐迟播，有利于改一年一熟为二年三熟或一年二熟以及改一年两熟为三熟等，可提高复种指数，增加全年总产。种植早熟品种还可以避免生育后期的高温逼熟、干热风或早霜危害，以及成熟期遇雨引起的穗发芽和某些晚期发生的病虫害，保证作物的收成和品质。同一种作物早晚熟品种搭配种植，又可错开播种或收获期，便于统筹安排农机具和劳力，做到不误农时。利用早熟品种还有可能把某些作物引种到高纬度、高海拔、无霜期短的高寒地区，以扩大种植区域。

中国各地农民和育种单位历来都很重视早熟品种的选择与利用。早熟水稻二九青的推广，对长江下游部分地区三熟制的发展起了推动作用；早熟丰产小麦北京8号在北方冬麦区的最大种植面积曾达2 500万亩以上；早熟棉花中棉所10号、早熟大豆黑河3号等也都在各自推广地区显示了增产增收的成效。法国经过15年的努力育成了INRA 200和INRA 250等在较低温度下能够迅速生长的玉米早熟杂交种，使玉米种植界限北移，扩大栽培面积一倍以上。在日本寒冷的北海道地区，由于引进和培育了赤毛、走坊主等早熟水稻品种，使水稻生产从小面积试种迅速扩大到20万公顷。这些事例都说明早熟育种具有普遍的意义。

早熟性的机理　熟期的早晚是一个相对的概念，因作物播期和生长的地理位置而不同。早熟或晚熟品种都是针对某一特定地区的具体条件而言的，在甲地表现早熟的品种在乙地可能不早熟，甚至为迟熟。不同国家或地区评定各种作物熟期早晚的标准不一。为了便于相互比较，人们开始采用一些诸如积温或FAO规定值等绝对数指标。但最常用的还是全生育期天数，而记载生育始期时有的从播种算起(冬小麦)，有的以出苗为准(春小麦)。棉花则以初霜5天前所收的皮棉重量占总产量的百分率来区分早、中、晚熟。玉米、大豆以全生育期天数或一生中大于6℃或10℃的积温作为评定指标。水稻上，中国以各地品种在南京的抽穗期为标准，按早、中、晚稻各划分为早、中、迟三种熟期，以部分消除因生长季节光温条件不同而产生的环境干扰。联合国粮农组织建议用FAO100～FAO800表示不同地区种植的玉米熟性，从极早熟的FAO100到极晚熟的FAO800将熟期数量化。这一标准已被欧洲许多国家所采用。

作物的熟期是由各个生育阶段组成的，如稻、麦一生中经历着出苗、分蘖、拔节、抽穗、开花、灌浆、成熟等阶段；棉花则由出苗、现蕾、开花、吐絮等阶段所组成。同一种作物的不同品种，各个生育阶段长短不同，只要能缩短其中任何一个或几个就可缩短熟期。

决定品种熟性的主要内在因素是感温性和感光性。水稻、玉米、棉花、大豆等喜温作物，一般随着温度的升高相应缩短生育期，感温性愈强的品种，缩短愈

多，这些作物又是短日性的，缩短日照能提早抽穗、开花和成熟。小麦、油菜等作物，特别是冬性强的类型，在生育初期要求一定的低温才能通过春化阶段，高温主要能加快后期的生育进程。同时它们又是长日性的，加长日照可提早抽穗、开花、成熟。水稻生育期的长短除感温性和感光性外，还与基本营养生长期有关。所以，了解这些特性对改变品种熟期是很重要。

早熟性可表现为质量性状或数量性状遗传，因作物和类型而异。例如水稻在同季类型的品种间杂交时，熟期为数量性状遗传，而在早、中、晚稻之间杂交时则表现为质量性状遗传。小麦抽穗期早晚是质量性状遗传，早的为部分显性。遗传研究表明控制小麦春、冬性的有V_{rn1}～V_{rn4}等4个**基因**，春性为显性；控制光照反应的有Ppd_1和Ppd_2两个基因，双显性或Ppd_1为显性时表现早熟。

育种要点　根据不同作物的光温反应特性，通过引种可以得到早熟材料，或直接利用或做为杂交亲本。水稻、玉米从高纬度向低纬度引种，小麦在不受冻害的前提下由低纬度向高纬度引种，均可提前成熟。**选择育种**或**诱变育种**都有可能选获早熟品种。γ射线处理容易诱发早熟突变体，著名水稻品种原丰早、小麦品种山农辐63都是辐射诱变育成的，早熟、丰产，在生产上曾大面积种植。在优良推广品种的大群体中进行优中选早更是切实可行的办法。但最主要的方法还是杂交育种。在选配组合时应注意使亲本间各生育阶段或光温特性的互补，亲本之一为极早熟类型或两亲均为较早熟材料的杂种后代容易收到预期效果，后者往往在熟期上出现超亲分离。有些品种的系谱中含有早熟的遗传基础，用它们作亲本在杂种后代中也可能分离出早熟类型。选用早熟性一般配合力高的亲本是获得成效的重要条件。选育早熟玉米杂交种时，用出叶快、苗期在低温下生长快的自交系配置杂交种能提早熟期。由于早熟性与丰产性之间常存在一定的矛盾，在选育过程中应特别注意两者的统一，早熟而不丰产的品种，在一般情况下难以在生产上应用。

对水稻、麦类作物杂种后代进行早熟性选育时，一般以抽穗期作标准，但麦类作物的开花期比抽穗期同成熟早晚的关系更为密切，选择开花早的更为可靠。大豆则在果荚褪绿达生理成熟时选择为佳。棉花的早熟性除直接选择外，在形态上应选株型紧凑、第一果枝部位低、节间密或并节多的类型。由于早熟性受环境条件影响较小，遗传力较高，在杂交育种时，各种作物都可在F_2代进行较严格的单株选择，在以后世代进行早中选早也有良好的效果。

当以物理、化学因素诱变时，早熟性变异的出现频率较高，故理化诱变为早熟育种中常用的方法之一。如中国辐射育成原丰早、辐早2号等早熟高产水稻品种。

早熟育种无论在理论上和实践上已取得了一定成就，但对其各个生育阶段的遗传特点尚缺少详尽的研究。在禾谷类作物中较局限于对抽穗期与温、光反应特性的研究。对抽穗后的开花、灌浆、脱水等遗传特点很少研究。在早熟育种中，特别在选育特早熟类型时应注意丰产亲本的应用，提高经济系数来补偿因生育期缩短后生物产量的减少。　（黄志仁）

泽兰　见地瓜儿苗。

泽泻 (oriental waterplantain)　泽泻科泽泻属中的栽培种，学名 *Alisma orientale* (Sam.) Juzep.，多年生沼泽生草本植物。别名水泻、禹孙。块茎入药。分布于中国、苏联、蒙古、日本和印度北部。中国主产福建和四川省，江西、广东、广西、湖北、湖南等省（自治区）也有栽培。

株高50～100厘米。块茎球形、椭圆形或卵圆形，外皮褐色、密生多数须根。叶基生，卵状椭圆形。花茎由叶丛中生出，集成大形的轮生状圆锥花序，花白色。瘦果倒卵形。花期6月至8月。果期7月至9月。



泽泻

喜温暖，怕寒冷。以肥沃而稍带粘性的土质为宜，多种于稻田。幼苗喜荫蔽，移栽后则喜阳光充足。种子繁殖，选好育苗田，施足基肥，作1米宽苗床。播种期四川产区在6月下旬，福建产区在7月上旬。播前种子浸泡24小时，用草木灰拌后撒播，用扫帚在畦面轻轻拍打，使种子与土壤紧接，以免大雨或灌水时冲掉种子，也可插枝遮荫挡风。播种后2～3天灌水，次日排水，2天后晚间灌水，每天清晨排水晒田，遇雨天水需淹没畦面，以免损伤幼苗，雨停时再行排水。苗高5厘米时，田里经常保持不淹过苗尖的浅水，并进行间苗、补苗，保持株行距2～3厘米。补苗成活后，施入人畜粪，施后仍灌水。8月下旬至9月上旬移栽。移栽地于早稻收获后施足基肥，翻耕耙细耙平，带泥挖起小苗，按行株距25×15～25厘米，浅栽2厘米许。栽种过深，块茎不易膨大，每穴栽1株，栽植后3～4天灌水，经常保持3～6厘米深的浅水。灌水应在早晨低温时进行。泽泻生长期短，基肥宜足，追肥宜早，第一次追肥在栽后10～20天内，以后每隔10天追肥一次。随时去除侧芽，如遇抽薹，应及时摘除。主要病虫害有白斑病 *Ramularia alismatis*；银纹夜蛾 *Plusia agnata*、泽

泻缢管蚜 *Rhopalosiphum nymphaeae*、豆毒蛾 *Cifuna locuples* 等。

11月下旬至翌年1月初收获，挖起块茎，去掉泥土，除留中心小叶外，其余叶片全部除去，风干、晒干或炕干。除去须根及粗皮，即成光滑淡黄白色的成品。每公顷产干品1 500～2 250千克。收获时选生长健壮、块茎肥大、无病虫害植株作种苗，栽到阳光不甚强烈而又湿润的地方，将根茎斜埋。2月中旬开始萌芽，4月上旬移栽到阳光充足、土壤肥沃的地块，行株距40×40厘米。7月上旬开花结果，待种子呈金黄色时，分批剪下果枝，扎成小束，悬挂在通风干燥处，到翌年下种前晒一日，即脱粒播种。

块茎含多种四环三萜酮醇衍生物，包括泽泻醇A、B、C及泽泻醇A乙酸酯、泽泻醇B乙酸酯，以及泽泻醇C乙酸酯、表泽泻醇A、24-乙酰基泽泻醇A、23-乙酰基泽泻醇B、23-乙酰基泽泻醇C，并含胆碱、卵磷脂等。药理实验：有降血糖、轻度抑制血中胆固醇作用。味甘，性寒。有利尿、渗湿和清热功用。主治小便不利、尿路感染、水肿、痰饮、眩晕、淋浊、泄泻、白带以及高血脂症等。（谭炳杰）

籼稻 (non-glutinous rice) 米粒含有较多直链淀粉粘性不强的水稻类型。野生稻都是籼稻类型，所以由野生稻直接驯化的栽培稻为籼稻，因此通常把籼稻看作是基本型，糯稻则是变异型。籼稻和糯稻在植株形态上差异不大，主要是米粒淀粉性质的不同。大多数籼稻品种米粒的淀粉中含有15～28%的直链淀粉和70～80%的枝链淀粉。而糯稻米粒中则只含枝链淀粉，不含或很少含直链淀粉。籼、粳亚种都有籼稻和糯稻之分，但粳型籼稻的直链淀粉含量一般为12～20%，籼型籼稻一般为18～30%。籼稻米粒因含有一定量的直链淀粉，煮饭胀性较大，饭粒不易粘结成团。通常籼稻米粒含20%左右直链淀粉的，其适口性较好，含量过高往往食用品质较差。籼稻的米粒多半透明，有光泽，其淀粉遇0.3%的碘—碘化钾溶液，因其吸碘性大，呈蓝紫色反应。在中国稻米生产中，籼稻要占总产量的90%左右。（申宗坦）

爪哇白豆蔻 (java amomum) 姜科豆蔻属的一个种，学名 *Amomum compactum* Soland ex Moton，多年生草本植物。果实供药用。主要成分为d-龙脑、d-樟脑。有行气、暖胃、消食、化湿、止吐等功效，原产印度尼西亚爪哇岛热带雨林低地。1960年引入中国海南省试种，经人工辅助授粉获得种子。此外在广西、云南、福建南部均有少量栽培。同属植物还有泰国白豆蔻 *Amomum kravanh* Pierre ex Gagnep，药效相同。主产区东南亚热带地区。我国每年进口约25吨，以满足国内药用需要。

地上茎圆形直立，高1.5～2米。根茎匍匐，分株，粗大，有节。叶互生，披针形，穗状花序，从根茎抽出，纺锤形，两性花，黄白色带紫红色条纹。全年开花，盛花期3月至4月。果熟期7月至8月。果球形，具棱。三室，每室有7～20粒种子。种子黑色，千粒重约16克（见图）。



爪哇白豆蔻

半荫性植物，喜高温潮湿的低海拔森林环境。要求年平均温度22～25℃，冬季绝对低温不低于6℃，年雨量1 800～2 500毫米，分布均匀；相对湿度85～90%；深厚、肥沃、排水良好的酸性砂壤土为宜。主要用分株繁殖，切取2～3条根茎的分蘖于雨季定植。也可用种子繁殖，随收随播，放至15天后发芽率下降约50%，用湿沙催芽，可提早10～15天发芽，出苗整齐。若直播，20～30天开始出苗，出苗期长达40～60天。宜搭荫棚，及时淋水、除草、施肥、剪叶、防寒。宜植地先种香蕉、印度紫檀 *Pterocarpus indicus* Willd.、洋蒲桃 *Syzygium samarangeuse* (Bl.) Merr. et Perry 等荫蔽树，待白豆蔻苗高约30厘米，分蘖3～4株时，即可出圃定植。平地或缓坡地，株行距0.7×1.5米，每公顷6 660丛。穴施基肥，放苗2～3条。坡度超过15°以上，要等高种植。种后一年内以氮肥为主，配合磷钾肥；18个月以后花芽开始分化，增施磷钾肥；越冬前停施氮肥；收果后，重施复合肥，结合除草、培土，剪除枯株。营养生长期，荫蔽度70～80%，以后可逐渐减少到60～70%。白豆蔻系虫媒花，在原产地处于野生状态，终年高温潮湿，昆虫活动频繁，开花结果正常。在中国云南南部山区，自然结果率可达20%以上，而在海南省平原地区仅有0.17～0.61%，故必须

进行人工辅助授粉。最适授粉温度21～25℃，相对湿度90%左右，以上午9～11时授粉最好。平均结果率约36%，最高达50%以上。种后3年开始收获。有叶疫病、果腐病及鞘翅目害虫为害叶片。授粉后三个月果实成熟，平均每公顷产干果370～450千克。采收后晒干或烘干，鲜干比约2.5:1。用蒸馏法提油，种子出油率3%以上，叶出油率3.6～3.9%。油淡黄色，芳香辛辣，供药用或食品香料用。（丁慎言）

赵洪璋（1918～　　）　**小麦育种**学家，河南省淇县人。1940年毕业于西北农学院农艺学系，后一直在校从事教学和小麦育种研究。1949年后历任西北农学院教授，中国科学院生物学部委员、中国农业科学院学术委员会委员、农业部科学技术委员会委员等职。1950年被授予全国劳动模范称号。1956年加入中国共产党。是第二、三届全国政协委员，第四、五、六届全国人大代表。1978年荣获全国科学大会奖。



赵洪璋运用遗传学和生态学理论，坚持实践的观点，先后主持选育成一些突出的小麦良种，如50年代初育成并推广的碧蚂1号，比当时当地品种增产20～30%，推广面积曾扩展到600多万公顷，成为全国推广面积最大的小麦品种；其姊妹系碧蚂4号，也推广100多万公顷；高抗小麦吸浆虫的西农6028，推广33万公顷，为控制黄河中下游小麦吸浆虫危害起了重要作用。60年代后期开始推广的丰产3号，在黄淮流域麦区种植约200万公顷。70年代培育的矮丰3号推广34万公顷，为选育和应用矮秆小麦品种，开创了新局面。他与同事合著有《陕西小麦》，还发表了"碧蚂1号小麦选育经过"、"小麦杂交育种工作中的若干问题"等多篇论文，主编全国高等农业院校教材《作物育种学》。（丁素华）

赵连芳（1894～1968）　字兰屏，**水稻遗传育种**学家，河南省罗山县人。早年曾加入同盟会，1911～1912年参加反清民国革命战争。1921年毕业于清华学校，旋赴美国继续学习。1923年获美国依俄华农工学院学士，后转威斯康星大学专攻作物遗传育种，获硕士（1924）及博士（1926）学位，是年夏去康奈尔大学研究细胞学。1928～1935年先后在金陵大学、河南大学和中央大学的农学院任教授、系主任。1935～1949年曾任全国经济委员会农业处处长、**全国稻麦改进所**技正兼稻作组主任、**中央农业实验所**技正兼稻作系主任、四川省农业改进所所长。1949年赴台湾，历任台湾省农林处处长、农林部技监、台湾大学教授、系主任等职。1955年当选为中央研究院院士、研究员。1955～1958年受联合国粮农组织聘为稻作专家，派赴伊拉克协助稻作改良。1962～1964年任多米尼加共和国农业顾问，该国授赠"大十字最高勋章"。



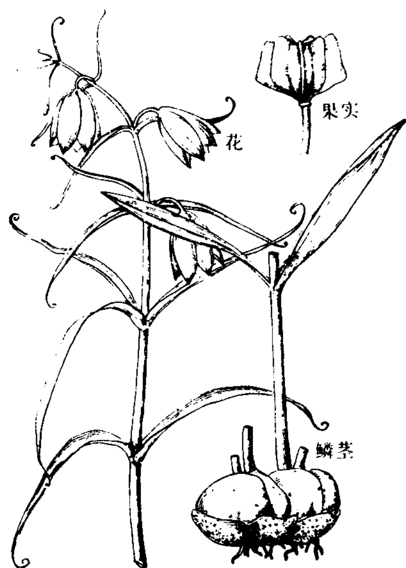
赵连芳早在1921年，发表了"中国的御稻"一文。在美国学习期间，著有"水稻连锁遗传的研究"、"水稻糯性因子对门德尔遗传律之影响"及"水稻的细胞学研究"等论文，是世界上较早研究水稻遗传的学者之一。回国任教和从事科研工作期间，发表过"水稻育种之理论与实施"、"稻作品种鉴定的理论与实施"等有学术价值的论文。育成了中大帽子头和中大258等水稻优良品种，指导江西、湖南稻作人员分别育成南特号、胜利籼，并进行大面积示范推广，开创我国改良稻种大规模推广工作。在全国稻麦改进所等单位任职期间，他先后收集了10多个野生稻种、3 000多个品种，丰富了中国**水稻品种资源**；他还通过大规模稻种比较试验，确定了良种的适应范围，对中国稻作区域的划分，做出了重要的贡献；首创了稻作检定工作。赴台湾后发表论文25篇，并著有《现代农业》一书。（柯象寅）

浙贝母（thunberg fritillary）　百合科贝母属的一个种，学名 *Fritillaria thunbergii* Miq.，多年生草本植物。别名象贝、大贝或珠贝。鳞茎及花供药用。主产中国浙江省鄞县樟村，有数百年种植史，江苏、安徽和江西等省已引种栽培。日本亦有栽培。

株高80厘米左右。鳞茎扁球形，由2～3片肥厚的鳞片组成，内有2～3个芽。茎直立。叶条状披针形，茎下部叶宽，对生；上中部叶长，中部叶3～5片轮生；上部叶互生；顶端呈卷须状。花一至数朵，钟状，下垂，生于茎顶或上部叶腋，淡黄色或黄绿色，雄蕊6枚，柱头3裂。蒴果卵圆形，具6条宽翅。种子多数，扁平。花期3月至4月。果期4月至5月。

喜温暖气候，根的生长要求7～25℃，地上部生长发育的温度范围在4～30℃，超过30℃植株顶部枯萎，－3℃时植株受冻。喜土壤湿润，阳光充足。宜选土层深厚、疏松肥沃、排水良好的砂质壤土种植。整地时，施足基肥，作成高畦或高垄；雨水少的地区作成平畦或半高垄。主要用鳞茎繁殖，一般栽一个长两个，繁殖系数低。生产上分商品田与种子田，均于9月至10月开沟栽种，沟距约20厘米。适时早栽的根系发育好、产量高。

种子田用的鳞茎要求较严格，一般选具两个芽、直



浙 贝 母

径4～5厘米者，当地称为二号鳞茎。因大鳞茎增长率低、下种量大，成本高；若用小鳞茎作种，来年的种鳞茎小，会降低产量。栽种宜深，约14～16厘米，利于越夏，且长成的鳞片抱紧，适宜做种栽用。商品田栽种宜浅，深约6～10厘米，有利于鳞片膨大，且长成的鳞茎张口，便于加工。栽后一周开始发根，翌年2月初出苗，10天左右出齐，先抽出两个主茎，俗称"头秆"。2月下旬至3月上旬，头秆两旁又各抽出茎秆，俗称"二秆"，此时已形成两个子鳞茎。地上部于3月中下旬生长最快，鳞茎膨大于3月下旬到5月上旬最快。应加强田间管理，要早中耕除草，宜在未出土前和植株生长前期进行，结合施肥。施肥特点是前期重施，后期轻施，因后期施肥多，易引起植株徒长，易发生病害。注意排水灌溉。及时摘花打顶，利于鳞茎增产。留籽的植株，每株留2～3朵花，其它摘掉。

为了解决鳞茎繁殖率低、生产发展慢，也可采用种子繁殖，虽繁殖系数高，但从种子萌发到收获约需5年时间，其保留与越夏仍存在问题。种子有胚后熟阶段，需要5～10℃低温条件，9月下旬至10月上旬播种，播深1.5～2厘米，畦面需加覆盖物。病虫害有灰霉病 *Botrytis elliptica*、黑斑病 *Alternaria alternata*、干腐病 *Fusarium avenaceum*、软腐病 *Erwinia carotovora*；蛴螬等。

商品田于5月中旬采挖，洗净后分级加工，鳞茎直径3.5厘米以上者，摘除心芽，分瓣的鳞片，加工品称大贝；直径3.5厘米以下者，不摘心芽，加工品称珠贝。将分级后的鳞茎，撞破表皮至渗出浆液时，每100千克加贝壳灰或熟石灰3～4千克，继续撞匀，灰附着在鳞片上吸收浆液，晒干即成商品。种子田于月至10月采挖。故需保护鳞茎安全越夏，方法有室内越夏、移地越夏、大地越夏。大地越夏是将畦沟土加到畦面，厚约15厘米，降低土温和温差。并套种豆科作物遮荫，此法为产区广泛采用，其它两法适合少量贮存越夏，如掌握不当，易引起腐烂。

鳞茎含甾醇类生物碱，如贝母碱（贝母素甲Peimine Verticine）约0.1%、去氢贝母碱（贝母素乙Peiminine Verticinone），以及微量的贝母新碱（Peimisine）、贝母芬碱（Peimiphine）、贝母定碱（Peimidine）、贝母替定碱（Peimitidine）；又含贝母碱甙（Peiminoside），总碱含量（按贝母碱 Peimine）为0.36%。味苦，性寒。有清热润肺，化痰止咳，散结功能。主治外感风邪，痰热郁肺，咳嗽等症。

（李志亮）

蔗种贮藏 (storage of seed-cane) 冬季有霜冻的蔗区，为避免蔗种遭受冻害，或是蔗种砍收后，由于各种原因不能立即播种，为保持蔗种的生活力，所采取的保存措施。

生产上**甘蔗**为**无性繁殖**，蔗种含水分约70%左右，用种量大，贮藏期间须保持一定的通气条件，贮藏温度高于14℃蔗芽易萌动，低于5℃易受冻害，以8～12℃为宜；空气相对湿度保持在80%左右，确保安全贮藏，使蔗芽处于**休眠状态**，防止过早萌发消耗过多养分，降低蔗种生活力，一般藏种时间愈长，损坏愈多，萌芽率也愈低。蔗种贮藏的方法很多，主要有露天贮放和挖沟窖藏两种。①露天贮放。将捆扎成束的蔗种，就近倒立或平放于向阳不积水的平地上，每堆1 000～1 500千克，堆成长方形，上盖蔗叶或稻草等避免干耗，晴朗干热天气适当淋水保湿。适于冬季无霜冻为害的蔗区短期贮放。②挖沟窖藏，在冬季有霜冻为害的蔗区，贮种时间较长，须采用窖藏，一般大窖和深窖藏种损失较大，而蔗沟平窖或沙沟平窖藏种，窖内温度和湿度变化小，蔗种损失较少，蔗沟平窖，宜选择排水良好，土质疏松，准备留宿根的蔗田；利用原有的蔗沟，每隔一行或几行，整成深宽约30厘米的平底沟，然后将蔗种梢部交叉逐层平放至略高于原来畦面时为一窖，窖上面先覆盖一层蔗叶再盖上细土，以盖没蔗种为度。盖土厚度依各地冬季低温程度而定，气温低宜厚，气温高宜薄。一般甘蔗全茎苗或半茎苗用此法贮藏效果好。沙沟平窖，宜选择近蔗地的沙地挖窖，窖深60厘米，宽80厘米，长度依地形及种量多少而定，方法同蔗沟平窖。蔗窖周围挖沟以利排水，窖藏初期，气温尚高，蔗种水分多，呼吸旺盛，宜薄盖土，防热，注意通气，防止湿度过大；中期气温低，盖厚土防冻；后期气温回升，注意散热防干，避免高温烧窖和蔗种干耗，发现窖温在14℃以上时，蔗种发红，要及时翻窖降温；能出窖的应尽早出窖播种或育苗移栽。如蔗种

干燥，要及时淋水。还要进行窖内消毒，药剂浸种，以防凤梨病。蔗种量少的可在室内贮藏。

为育种用的甘蔗种子，因太细小，养分少，干燥的种子在常温下，贮藏2～3月以后，生活力下降，发芽率减少。在零度以下低温干燥的环境下，可保藏一年以上。国际上已采用低温种子库贮藏种子。

（周承圣）

珍珠豆型花生 (pearl type of peanut)

种子形状似珍珠豆的**花生**。栽培花生中的一个类型。荚果形状多样，茧状、葫芦形、斧头形，典型的二粒荚果，荚壳一般较薄，多数品种具有明显的横缢，果喙有或无，种子圆珠形或桃形。种皮白、粉、浅红、红、紫红、紫黑色。属连续开花型。通常第一次侧枝的基部均具有1～2条第二次分枝，其分枝性愈向主茎顶端愈弱，因而主茎顶端的分枝没有再生分枝，很少有第三次分枝，侧枝与主茎等长或略长，全部是丛生形植株。一般主茎间或着生花序，第一次侧枝上除分枝节位外，每节均可着生花序，花凋谢较晚。叶片宽或狭椭圆形，黄绿、浅绿以至绿色，在这个类型中多见具有超过四片小叶的品种和植株。大多数品种的休眠性很弱，有的甚至没有休眠期，如果生育后期干旱突然遇雨，土壤水分适宜，种子可在植株上发芽。种子小，多为早熟性品种，生育期120天左右，含油量较高，一般均在50%以上。

（段迺雄　孙大容）

珍珠粟 (pearl millet)

禾本科黍族狼尾草属中的一个种，学名*Pennisetum americana*（L.）Leeke，曾用学名*P. typhoides* Stapf and Hubb.，*P. glaucum*（L.）R. Br. Sens. Amer. Auct.等。一年生草本，是一种粮食饲料兼用作物。在中国又称蜡烛稗或御谷。

生产和分布　在联合国粮农组织的《生产年鉴》中，对珍珠粟没有单独统计的资料。根据W. R. 阿克路德（Aykruyd）等估算，其栽培面积和产量分别占小米类的百分之46%和40%左右。主产区是亚洲的印度和西北非洲；中非、东非、南非，北美、中美和西亚也有一定的种植面积。欧洲的种植面积不大，但单位面积产量比上述地区都高。

起源　珍珠粟在非洲和近东已有数千年的栽培历史。大多数植物学家认为珍珠粟起源于非洲，后经红海传入西亚，又经西亚传入印度。1951年N. 克瑞斯纳沃米（Krishnaswamy）利用珍珠粟的品种与大象草的种间杂交种（*P. typhoides* Stapf and Hubb. ×*P. purpureum* Schumach）进行分类学和细胞学研究，其结论也是珍珠粟起源于非洲。1937年E. 沃斯（Werth）根据栽培工具、农事活动和种子传播的考察，提出珍珠粟的栽培种是从印度传到非洲的。

特征特性　耐热、耐旱、耐瘠、耐盐碱、C_4短日性植物。染色体2n＝14。品种具有多样性，其植物形态随生长地区不同而略有差别。

根　须根系发达，多分布在0～40厘米的土层。在第一节的腋芽对面发育成一对根，一直到4～6节形成根环，次生根量很大，有的甚至可入土5米。地面1～8节都可着生支撑根（气生根），固着能力较强，植株不易倒伏。栽培条件良好时，总分蘖数可达几十个。

茎　实髓，圆柱形，粗壮。一般直径2～3厘米，茎节间光滑，淡绿色，节部有毛，每节上方有浅的槽沟，腋芽沿着它生长发育。茎表皮坚硬，有的表面有蜡质。茎中部有分枝，多数可结实。株高因品种不同差异很大，一般1.5～3.0米，矮的1米左右，高的可达5米。

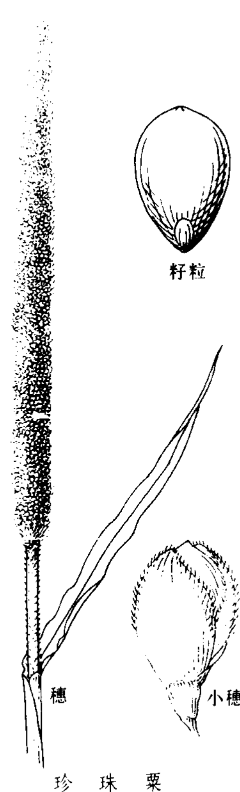
叶　多为披针形，长90～110厘米，宽5～8厘米，叶缘有细小的锯齿。叶舌是边缘有毛的薄膜。叶鞘裸露，边缘布满白色纤毛。气孔在叶的两面，数目基本相等。叶的颜色因品种和生长条件不同而异，从浅黄色、绿色到紫色。

穗　较为紧密的圆柱形、圆锥形或纺锤形。粗2～5厘米，长一般15～45厘米。某些品种或杂交种，穗长可达100厘米。穗轴直立，圆形实心，粗约0.8～0.9厘米。圆锥花序的穗轴周围密生许多小穗，一般1 500个左右，少者700个左右，多者可达3 000个以上。小穗基部密生着坚硬的刚毛（见图）。

花和果实　小穗由两个小花组成：一个可育，另一个是不完全花。子房倒卵形，光滑。雌蕊一个，有两个同生的花柱，羽毛状白色柱头。雄蕊三个。完全花的外稃和内稃没有包住颖果，因此易脱粒。籽粒形状近似球形，圆锥形或圆柱形；常见者多为灰色、灰褐色，也有紫色和琥珀白色的。千粒重3克左右，高的可达15克。

珍珠粟为完全花，一般雌蕊的白色柱头伸出颖外40～72小时后，黄褐色的花药才开始伸出颖外。花药纵裂，花粉散出。花序的中部花先开，然后向基部和顶端扩展，开花时间持续7天左右。由于珍珠粟开花习性具有雌蕊先熟，雄蕊散出的花粉量又很大，易随风和昆虫传播的特点，所以异花授粉的机率很高，一般自然杂交率可达50～75%。

育种　70年代以来，国际遗传资源委员会开展了珍珠粟的品种资源的研究工作，在全世界收集保存有14 300余份材料，为选育优良品种奠定了基础。既有适于热带、亚热带的，也有适于温带的。依据珍珠粟开花授粉的特点，育种者多采用品种间杂交、自交系间杂交和配套制杂交种等方法。也有进行轮回选择和群体改良的。而手工套袋，人为控制授粉仍是育种工作初期的基本手段。许多国家对珍珠粟的育种工作都很重视，也取得了良好的成果。美国佐治亚州的梯夫顿（Tifton），育成了配合力高的雄性不育系T 34 A和



珍　珠　粟

T23A；矮秆的T23D A；适于热带气候的L66A和L67A等不育系和相应的保持系。印度在生产上较为普遍应用的有4个不育系同恢复系配制的杂交种，其中两个是用T23A作母本的组合。

栽培　珍珠粟是抗旱、耐热和耐盐碱而不耐涝的作物，栽培技术与高粱相似。条播行距60～65厘米，株距20～30厘米；也可采取行株距均为70厘米的方穴播，每穴留2～3株基本苗。珍珠粟能够通过自身的分蘖多少调节密度，一般每株有3～5个有效分蘖能成穗。形成较为合适的田间群体结构。珍珠粟对肥料反应很敏感。在有一定量底肥时，定苗后每公顷追施含氮素45千克的化肥，随即中耕培土，中等肥力的地块，每公顷可收籽粒3 000千克左右。

营养　籽粒蛋白质含量，多数品种比小麦、水稻、玉米和高粱都高。美国一些研究单位测定了180个珍珠粟籽粒的不同样品，其蛋白质含量为8.3～20.9%，平均为16%。1964年印度农业研究所资料，珍珠粟的蛋白质含量为10.2～23.0%。1972年奥斯顿(Austn）等测定了14个珍珠粟杂交种的主要化学成分，其含量的变化幅度见下表。

成　分	含　量
蛋白质	11.31～19,62(%)
淀　粉	59.35～69.49(%)
脂　肪	3.[illegible]～4.60(%)
全　醣	2.00～2.70(%)
粗纤维	1.27～2.96(%)
灰　分	1.55～2.65(%)
钙	35～82(mg/10g干粉)
磷	245～384(mg/10g干粉)
铁	2.10～5.20(mg/10g干粉)
植物酸钙镁磷	35～221(mg/10g干粉)
黄色素	4.15～6.47(ppm)

用途　在一些发展中国家和地区，主要以珍珠粟的籽粒作粮食用。阿拉伯也门共和国和埃塞俄比亚等国，将珍珠粟干磨成粉或湿磨成糊，做饼或面包以及其它形式的糕点。将其茎秆作牲畜饲料、燃料或草房的建筑材料。在发达国家和地区，籽粒主要用作家禽和牲畜饲料或填充剂。

中国多年来未大面积种植珍珠粟 60年代以来，中国农业科学院作物育种栽培研究所和作物品种资源研究所，分别从非洲和印度引入试种。在北京自然条件下，有的品种因光温反应敏感，不能抽穗结实；有的品种虽然生育期有所延长，但大部分植株能够正常生长，开花结实，产量尚好。有些品种已在河南、山西一些地区零星种植，有可能在生育季节较长、纬度较低的干旱地区、山区的贫瘠和新开垦的土地上，作为粮食饲料兼用作物而得到发展。

参考书目

Kennth O. Rachie and J. V. Majmudar, *Pearl Millet*, The Pennsylvania State University Press, University Park and London, 1980.

（于香云　吴景锋）

蒸谷米 (parboiled rice)　稻谷收获后，先经过水热处理，再晒干或烘干，然后再按常法砻谷和精碾而得的稻米。水热处理通常包括浴谷、润谷、蒸谷、焖谷等步骤，但现在已有所简化。

中国在稻米加工史上采取水热处理的有浙江的蒸谷米、四川的火米及广东的熟米。浙江湖州的蒸谷米早在南宋末吴自牧所著《梦梁录》卷十六中就有记载，证明至迟在公元1241～1274年间蒸谷米已作为商品粮运输到当时南宋首都临安一带，其创制年代当必更为久远。许多亚洲产稻国有蒸谷米产品，美国和苏联也有机制蒸谷米厂。

蒸谷米的优点：①蒸谷的加工性能好，出米率较高，一般出糙率能提高1～2%，精米率提高3～6%，特别是碎米少；②蒸谷米营养成分好，因水热处理时果皮、种皮及胚内的维生素、无机盐及脂肪等能较多地转移到胚乳中；③蒸谷米的煮制性好，易熟，且胀性大，出饭多；④蒸谷米的贮存性好，不易发热、霉变及虫蛀，米糠的贮存性也好；⑤蒸谷米易消化，可作病人食品。其缺点为：①稻米加工费用较大；②精碾较为困难；③米粒色泽较深且略带糠味；④米糠出油率较低。

（闵绍楷）

整地 (land preparation)　作物收获后或播种、移栽前的土地平整作业。包括灭茬、耕翻、耙地、平地、镇压、起垄、作畦等。利用农具的机械作用，改善土壤耕层构造和表面状态，使水、肥、气、热状况互相协调，提高土壤肥力，为作物播种、出苗和生长发育提供良好的土壤生态条件，这是作物栽培中最基本的技术环节。

灭茬　收获后耕翻或播种前的一种表土浅耕作业。用圆盘耙、旋耕机、灭茬犁等进行，作用是疏松土壤、保蓄水分、消灭杂草、提高耕翻和播种质量。在一年

多熟地区，时间紧迫，有不灭茬直接进行耕翻的。

耕翻　用有壁犁等农机具耕翻土壤的作业。作用是翻转耕层，疏松、熟化土壤，掩埋农肥、残茬、杂草和病菌虫卵等。耕翻分浅耕（10～15厘米）、常耕（15～22厘米）和深耕（22厘米以上）。在浅耕的基础上，逐步适当加深耕层，结合施用有机肥，可以打破犁底层，改善通气性，增强保水保肥能力，促进作物根系发育。各类土壤耕翻适期，以在土壤田间最大持水量的40～60%为宜。耕翻可分秋耕、冬耕、春耕、夏（伏）耕。秋耕：可以熟化土壤，改善土壤结构，保蓄水分，促进土壤微生物活动与养分分解，消灭病虫和杂草，深度以22～25厘米为宜，时期宜早。盐碱地秋耕可切断土壤毛细管，防止盐分上升，增加表土盐分。冬耕：中国南方地区冬季土层不冻，冬闲田多在冬季耕翻。冬耕的技术要求和效果与北方秋耕相似。水田冬耕晒垡，结合精耕细耙、增施有机肥，可以熟化土壤，增加肥力。春耕：有疏松土壤、调节水分、消灭杂草的作用。北方多在未秋耕或不宜秋耕的土地上进行，时间宜早，以利保墒，但效果多不及秋耕。南方在越冬绿肥盛花期进行春耕翻压绿肥，深度较浅，一般以15厘米左右为宜。夏（伏）耕：北方一年一熟地区，冬、春小麦收获后常进行夏耕晒垡，以促进土壤熟化，蓄纳雨水，消灭杂草。南方早稻田和冬作田常及时进行夏耕，以混匀肥料，疏松耕层，熟化土壤。东北、西北新开荒地多采用夏耕，可起压青、晒垡、熟化土壤和淋洗盐碱的作用，深度在18～22厘米。

松土　用无壁犁或凿式犁进行不翻深松土壤的作业。深度达30～40厘米。可疏松耕层，破除犁底层，改善耕层构造，有利蓄水保墒，适于干旱、半干旱地区采用。

耙地　用圆盘耙、钉齿耙等进行的一种表土耕作作业。一般在耕翻后、播种前或早春保墒时进行。耙深4～10厘米。有破碎土块、疏松表土、平整地面、混掩肥料、保蓄水分、增高地温、耙碎根茬、消灭杂草等作用。中国北方早春表土开始化冻，下层仍结冰时进行"顶凌耙地"，可减少蒸发，保蓄水分，并有提高土温的作用。干旱地区雨后及时耙地，有破除板结、收墒保墒作用。南方在耕田后进行耙田，有干耙、水耙之分。干耙的作用主要是碎土，水耙主要是起浆，并有平整田面、混合肥料和防治杂草的作用。耙地须在土壤水分或水层适合时进行，力求耙细耙匀。

耱（耢）地　用枣树条或柳树条编成的长方形耱或以三角铁或木框连结树枝做成的耢进行的一种表土耕作作业。均有破碎土块、压实表土、平整地面、蓄水保墒的作用，常和耙地结合进行。是干旱地区形成干土覆盖层，减少土壤表面蒸发的重要措施。

平地　用平土器进行的一种表土耕作作业。主要作用是整平地面，利于播种和田间管理，对灌溉地区更为重要。一般情况下，结合耙地、耢地、镇压等进行复式作业，效果良好。

镇压　利用各种镇压器的重力作用进行的整地作业。有压碎土块、紧实土层、减少蒸发、平整土面及有利毛细管水上升，增加播种层土壤水分的作用。多用于耙地、起垄、作畦和播种之后。北方干旱地区镇压与耙耱结合进行，对保墒效果更好。

耖田　水田的一种表土耕作作业。常在耕耙后进行，作用是平整田面、细碎土块和拌匀肥料，使土肥相融。耖田使用"而"字形的耖，有干耖和水耖两种方式。干耖要掌握适宜土壤水分；水耖时水层不宜过深或过浅，以2～4厘米为宜。耖田次数一般纵横1～2遍，临近插秧前再进行一次，以利浑水插秧和避免杂草抢先发芽。

起垄　垄作的一种整地作业。有加厚耕层、提高地温、通气良好、便于排灌和防风沙等作用。有高垄、低垄、宽垄、窄垄之分。保水力强的粘质土，地下水位高的田地，作垄应高些、窄些，以利排水防渍；保水力差的砂质土，雨少易旱的山坡地或旱地，作垄应低些、宽些，以利抗旱保墒。起垄常用畜力犁、起垄犁或人工等开沟覆土成垄。中国东北各省提倡顶浆打垄，即早春土壤化冻一犁深时，立即起垄并用磙子压好，然后适时播种，达到保墒保苗作用。

作畦　畦作的一种整地作业。作用是便于灌溉、排水及田间管理（见畦作）。　（许　萱）

正交试验设计 (orthogonal design)　复因子试验中应用部分重复的一种设计，其处理数小于各因素水平数的乘积。有A、B两个因素，若一因素的每一水平和另一因素的各个水平都有相同的次数组合，则称这两个因素具正交性。随机区组设计和拉丁方设计中的试验因素与区组因素间均具正交性。复因子试验中，各因子间的正交性可用表格来表示，叫正交表，写成$L_n(K^m)$。其中L表示正交表，n表示行数（处理数），K表示各因素的水平数，m表示最多允许安排的因素个数。例如，最多可容纳7个皆具二水平的验试因素的正交表写成$L_8(2^7)$。如果要试验秧龄（A）、种植密度（B）、施纯氮量（C）以及灭虫次数（D）等四个各具二水平的因素与水稻产量的关系，可选用$L_8(2^7)$正交表来设计，并在这张表的7列中任选4列来安排上述四个因素，现选第1、2、4、7四列，得出下页表的8个处理方案。

由表可知，正交表具有两个基本性质：①每一列中，不同数字水平出现的次数相同，$L_8(2^7)$表中每列的不同数字是1和2，各出现四次；②任意两列中，将同一行的两个数字看成有序数对（即左边的在前，右边的在后，按这一次序排出的数对）时，每种数对出现的次数相等，表中的有序数对是(1,1)(1,2),(2,1)

L$_8$(2^7)正交表

处理	1 (A)	2 (B)	3	4 (C)	5	6	7 (D)
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

(2, 2)，各出现两次。正交表就是利用这个性质，使不同试验因子的不同水平组配均匀。它比全部组配减少了处理数，但同时带来了处理效应（包括主效和互作）间的混杂。

正交试验可以包含较多的试验因子；每个区组处理数较少，局部控制效果较好。但由于作物试验中互作效应也是很重要的信息，混杂了过多的效应就难以获得理想的结果。　　（卢宗海）

正态分布(normal distribtion)　连续性变数的一种最重要的理论分布。又称高斯（Gauss）分布。正态分布具有μ和σ两个参数，一般简记为$N(\mu, \sigma^2)$。

正态分布的方程，即其概率密度函数$f_N(x)$为：

$$f_N(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

而累积函数$F_N(x)$则为：

$$F_N(x)=\int_{-\infty}^{x}f_N(x)dx$$

它们的图像见图1、2。

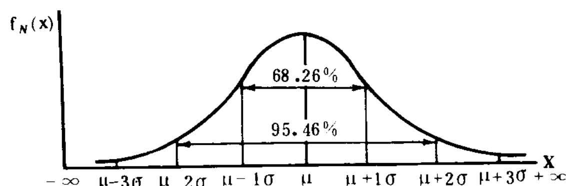


图 1　正态分布的$f_N(x)$

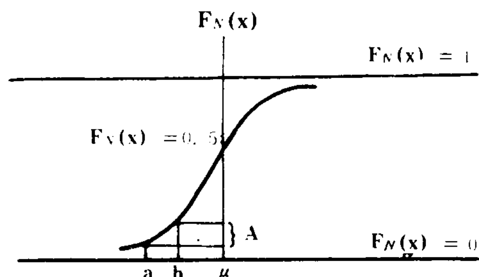


图 2　正态分布的$F_N(x)$

因此，x在任意两个定值a和b（b>a）间的概率可表示为：

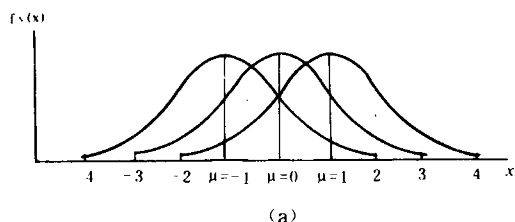
$$p(a<x\leqslant b)=\int_a^b f_N(x)dx$$

这可由$F_N(x)$求得，即：

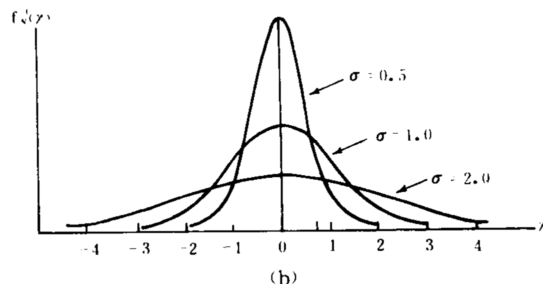
$$p(x<a)=F_N(a),\ p(x\leqslant b)=F_N(b)$$

$$\therefore\quad p(a<x\leqslant b)=F_N(b)-F_N(a)$$

正态分布的基本特性：①以平均数μ为原点，左右两侧分布对称，呈单峰形。故正态分布下，算术平均数、中数和众数三者相等。②在原点μ上的纵轴最高，多数次数集中于μ的附近；离μ愈远，次数愈少；$\mu\pm3\sigma$以外的次数极少，只占总次数的0.27%，但曲线两尾皆以横轴为渐近线向左右无限延伸，永不交于横轴。故分布的全距为$-\infty$到$+\infty$。③令曲线与横轴之间的面积为1，则横轴的任何两个定值间的曲线下面积，等于它占总面积的成数，即落在这一范围内的概率。④μ确定正态分布的中心位置，σ确定它的变异度。不同的正态分布有着不同的μ和σ，故$N(\mu、\sigma^2)$是一个曲线系统，而不是一条曲线，见图3。



(a)



(b)

图 3　正态分布的位置和形状(随μ和σ而不同)
(a)　$\sigma=1$，但μ分别为－1、0、1的三个正态分布
(b)　$\mu=0$，但σ分别为0.5、1、2的三个正态分布

为便于一般化的应用，需将正态分布标准化。即将观察值x标准化为正态标准离差u：

$$u=\frac{x-\mu}{\sigma}$$

于是标准化正态分布方程为：

$$\phi(u)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}\mu^2}$$

上式也称u分布方程。

标准化正态分布具有平均数$\mu=0$和方差$\sigma^2=1$，记作N

(0, 1)。$\phi(u)$为u的概率密度函数。与u对应的$\phi(u)$值可直接查正态分布的概率密度函数表得出。

u分布的累积函数记作$F(u)$:

$$F(u)=\int_{-\infty}^{u}\phi(u)du$$

又叫u的概率分布函数。由于u分布累积函数应用的很广泛，前人已算好所需要的各个$F(u)$值，可直接查正态累积函数表得出。

正态分布在统计理论和实际应用上都有重要意义，因为许多自然现象的概率分布都服从正态分布；②随机误差的分布也服从正态分布；大样本的许多统计数的分布如t分布、F分布、x^2分布等，都可根据正态分布推导出来并予以拟合，等等。

（姜藏珍）

芝麻 (sesame)　胡麻科胡麻属中栽培种之一，学名 *Sesamum indicum* L.，一年生草本植物（2n=26），也是重要的油料作物。又称脂麻、油麻，古称胡麻、巨胜、藤苰等。其种子富含脂肪、蛋白质，可用于榨油和制作食品，也可作香料、医药和化工原料。

起源与栽培史　由于芝麻种植历史悠久，分布广泛，对其起源和传播途径的考证的见解不尽相同。

1932年V. M. 希特勃兰德（Hiltebrandt）认为栽培种的发源地应接近该属的野生种所在地，因而他倾向芝麻起源于非洲。1950年H. И. 瓦维洛夫、1960年L. E. 华特（Watts）均发表见解，曾主张芝麻起源于埃塞俄比亚和中亚一带，但不论中亚或是中东，除史前时期就有栽培外，未发现任何野生种，所以这一假说未能被学术界确认。

1982年，A. C. 齐文（Zeven）和A. M. J. 德威脱（de Wet），把非洲视为芝麻的起源中心。理由是根据多方面的考证和研究，认为非洲具有芝麻属所有的野生种并最先栽培芝麻，应是栽培种的起源中心。从非洲北部传向美索不达米亚地区和印度恒河流域，逐步扩大至地中海沿岸、中近东、中国以至世界各地。

芝麻是古老的油料作物。据N. D. 德赛（Desai）和S. N. 高耶尔（Goyal）报道，印度的芝麻栽培史可追溯到公元前3600～前1750年，距今已有5 000年的历史。中国种植芝麻的记载最早见于《氾胜之书》（公元前35～前7年），书中所述胡麻，即芝麻。宋代沈括（公元1031～1095）的《梦溪笔谈》有“张骞自大宛得油麻之种。亦谓之麻，故以胡麻别之”的说法。据考证，中国的芝麻最初可能是由印度和巴基斯坦等地引入，其栽培历史至少有2 000余年。

生产概况和贸易　芝麻主要分布在40°N至40°S之间。在中国芝麻种植区可延伸到45°N的地方。据联合国粮农组织1983年统计，世界生产芝麻的国家有66个，其中亚洲24个，非洲22个，美洲15个，欧洲5个。亚洲的芝麻面积占全世界的67%。非洲约占27%，美洲约占5%，而欧洲不到1%。芝麻种植面积的87%以上分布在发展中国家。

近半个世纪以来，芝麻种植业有一定发展。1934～1938年间全世界平均每年种植446万公顷，至1986年发展到717.9万公顷，总产量从160万吨，增加到245.7万吨。印度栽培面积最大，1986年收获面积218.7万公顷，约占世界总面积的30%，其次为苏丹、缅甸和中国，面积分别为120、106.3和101.5万公顷，但单位面积产量却以中国为最高，总产710万吨，成为世界的主要生产国。

芝麻在中国各省区都有种植，主产区在黄淮平原和长江中游，尤以河南、湖北和安徽省种植最多。据国家统计局1981～1983年的统计，全国芝麻年平均种植面积85.7万公顷，年总产40万吨。河南省平均每年种植芝麻31.3万公顷，年总产11.2万吨，占全国年产量的28%；湖北省种植芝麻13.7万公顷，产量为7.86万吨，占19.65%；安徽省种植芝麻12.9万公顷，年产量6.74万吨，占16.85%。近年来，湖北省芝麻面积扩大，单产提高较快，总产跃居全国首位。河北和辽宁两省芝麻种植面积发展迅速，江西、陕西、山东等省的芝麻种植面积也有一定发展。

芝麻贸易在国际上有着良好的市场。据联合国工业发展组织（UNIDO）1984年报道：1983年世界各国进口芝麻的总量达28.35万吨，比1980年的24.25万吨增加16.9%，比1976年的20.41万吨增加38.9%；发达的国家进口的数量占60%左右。中国在30年代中，出口量占世界总出口量的一半以上，其后一度下降，但进入80年代以来恢复迅速。联合国粮农组织贸易年鉴统计：1980年中国芝麻出口量占世界出口总量的7.8%，1981年占8.9%，1982年占15.9%，1983年出口量达到98 022吨，占世界各国出口总量的34.4%。

形态特征

根　为直根系，主根长的能达1米，支根较多，比较集中分布于10厘米范围内，属浅根性作物。迟熟高大的多枝型根系也较发达。芝麻的根系可分为细密型和粗疏型两类。细密型根系的主根和侧根较细，入土较浅，细根稠密，大多数芝麻品种的根属于这一类型。粗疏型根系的主根和侧根较粗，入土较深，侧根横向伸展幅度较广，细根少而小（见图1）。

茎　秆直立，呈方形，有浅纵沟。茎高一般100～150厘米，高的达200厘米以上，低的只50～60厘米，有单秆型和分枝型。分枝型又分少枝型、多枝型。茎秆茸毛多少不等，因品种而异，有的很多，有的近似光茎。茎秆和蒴果在接近成熟时有的仍呈青绿色，有的转黄，有的自主茎下段起逐渐转紫色。

叶　有叶柄和叶片，无托叶。叶片长的可达20厘米以上，有茸毛。叶片颜色、形状、大小和茸毛多少

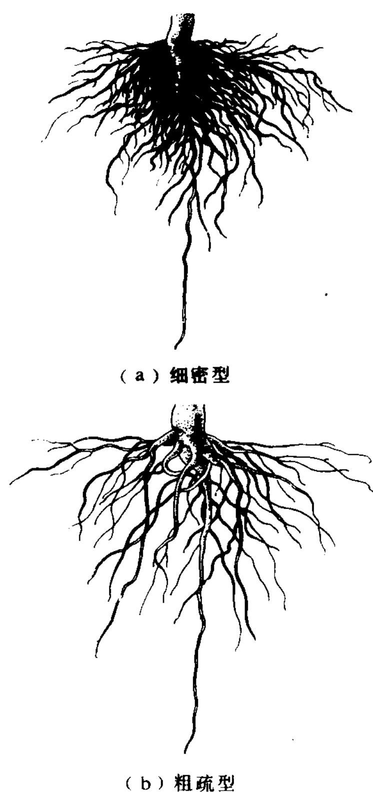


图 1 芝麻根系

因品种而异。叶色多为深绿或浅绿色，极少数品种成熟阶段渐转为紫色。叶片形状不一，有卵圆、椭圆和披针形等。始花部位的叶形常表现不同品种的特征。叶片有不裂、浅裂、深裂和掌状。叶缘有全缘和锯齿状。叶片的形状和大小随生长发育的阶段不同而有所变化，以初花阶段叶片最大，掌状叶一般在这一阶段出现，自此向上，逐渐变小，至上部叶渐窄小，直至成披针状。生长在高寒、干燥、少雨的地区叶片小，色泽深，高温高湿多雨的地区叶片大，多有裂叶。叶序有互生和对生。植物生长后期有时会发生叶序混乱现象。

花　着生于叶腋间，有一叶一花，一叶三花两种类型，极少品种一叶多花。花由花梗、苞叶、花萼、花冠、雄蕊和雌蕊等构成。花梗短，基部是绿色苞叶，花萼五裂，基部愈合。花冠有白、微紫、浅紫和紫等色。花冠 5 瓣相连呈管状唇形，多为单唇，极少为双唇。雄蕊 4 枚，2长 2 短，间有 6 枚。雌蕊柱头羽状 2 裂，间有 3 裂，极少 4 裂（见图2）。花冠基部有蜜腺，开花前，花药呈覆瓦盖于柱头之上，自花授粉，天然异交率极低。

果实　蒴果。依蒴果心皮数形成 2 倍数的假室，假室隆起部称为棱。二、三、四个心皮的蒴果，形成四、六、八个假室，有四、六、八个棱和多棱果（见图3）。

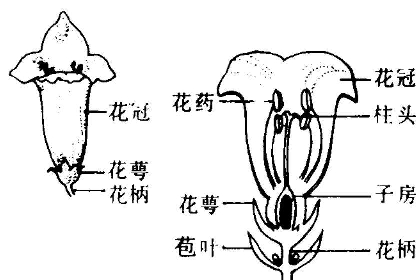


图 2 芝 麻 花

棱与棱之间有纵沟。四棱蒴果含种子70粒左右，六、八棱蒴果含种子90～100粒，多棱的大蒴果含种子200多粒。蒴果有长、中、短之分，普通蒴果长约 3 厘米左右，长而细瘦的蒴果达4～5厘米。蒴果根据成熟期是否开裂，可分为裂蒴型和闭蒴型两种。

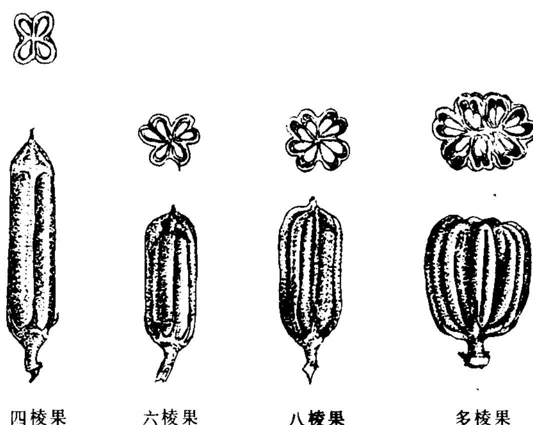


图 3 芝麻蒴果及其横断面

种子　由种皮、胚乳和胚构成。小而扁平，一端稍尖，粒形有卵圆、椭圆和长椭圆。六、八棱以上蒴果的种子稍长。千粒重一般为2.5～3.5克，在云南和海南省有千粒重仅 1 克的小粒品种。种皮有净白、黄、褐、黑等色，各色内深浅不一，各色间有过渡颜色，还有极少数带紫、红、绿等色。一般是色浅、皮薄、带光泽的含油量多较高；色深、皮厚而粗糙的含油量较低。

对环境条件的要求　芝麻是喜温作物，对温度、水分、光照反应较敏感，对土壤要求不很严格。

温度　种子15℃即可萌发，发芽最适温度为24～32℃，高于40℃或低于12℃，发芽受到影响，全生育期昼夜平均温度20～24℃最为适宜。不耐骤寒，开花期气温下降到15℃时，生长停滞。全生育期需要活动积温为2 500℃。

水分　芝麻具有一定耐旱性，但因根系在土层内分布浅，叶片大而薄嫩。当土壤含水量超过土壤最大持水量的90%时，出现萎蔫。生长到7～8对真叶后，根

系发育扩展，增强了对水分的吸收利用能力，与其他作物比较，芝麻虽然较耐土壤干旱，但对大气干旱的抵抗能力弱。当大气相对湿度低于70%时出现长而不实现象。最大弱点是不耐渍（见**芝麻渍害**）。

光照　芝麻是短日照作物。加长光照时数，生育期延长；连续光照，不能正常开花结蒴。对光照条件敏感程度因**品种**而异。对光照表现不很敏感的品种，适应范围较广。

用途　芝麻种子中的脂肪含量在55%左右，蛋白质含量约25%，所含氨基酸达17种之多，人体必需的蛋氨酸、谷氨酸等7种氨基酸的含量比较丰富。此外还含有多种维生素和矿物质，被视为高能食物。芝麻不仅营养丰富，而且味香可口，除主要用于榨油外，还可制作食品，如芝麻粉、芝麻酱、芝麻糊、芝麻糖、芝麻盐等。世界不同地区食用芝麻的方式有明显的区别。大多数亚洲国家，主要用作食用油，也有少量作食品；欧美国家，主要用于面包、糕点和糖果制作业，很少用于榨油；非洲人喜欢直接食用芝麻籽粒，或在烧汤时加芝麻当香料；中东阿拉伯国家的主要用途是制作一种叫"哈拉瓦"（Halva）的甜食。

在亚洲和非洲的一些种植芝麻历史悠久的国家，芝麻还是一种传统药物。中国最早的药物词典《神农本草经》就已提到"胡麻，味甘主伤中虚羸（Lei雷），补五内。益气力、长肌肉、填髓脑，久服轻身不老。"在印度和日本也把芝麻用作草药或保健食品。芝麻除供食用外，还可做香料，制药和化学工业的原料。

经榨油后的芝麻饼营养十分丰富，其蛋白质含量可达35～40%，蛋白中蛋氨酸含量特别高，而且没有胰蛋白抑制剂因而易于消化吸收。由于芝麻饼富有蛋白质和钙、磷、钾等矿物质及尼克酸维生素，所以是一种优质饲料。　　（屠礼传　陈翠云）

芝麻病害（sesame diseases）　由细菌、真菌、病毒等的侵染而造成对**芝麻**的伤害。芝麻病害种类很多，据报道国外近40余种，中国已记载的有23种。其中茎点枯病、枯萎病、青枯病、疫病、病毒病等为害较重，估计常年产量损失10～20%，含油量下降2～5%。

芝麻茎点枯病 *Macrophomina phaseoli*　是世界各产芝麻国普遍发生的病害，也是中国芝麻产区为害最严重的病害。分布于河南、湖北、安徽、江西、江苏、台湾、山东、浙江、福建、广西和河北等省（自治区）。发病愈早，损失愈大。病株株高降低，蒴果数减少，千粒重和含油量均下降；7月份前枯死的病株，颗粒不收。

此病在整个生育期内都可发生，但是主要发生在盛花期以后。种子及幼芽感病在土中即可引起烂种及烂芽，幼芽及幼根感病后变褐色，其上产生黑色菌核及分生孢子器，幼苗萎蔫枯死。成株期为害多自根部或茎基部开始发生，有时也在茎秆局部首先发病，而后再向病部上下蔓延，很快绕茎一周，变成黑褐色，以后病斑中部变成银灰色，有光泽，密生许多小黑点。撕开表皮，皮层及髓部密生黑色小菌核，以后髓部中空易折倒。蒴果、种子、叶片也能被害。叶片感染后自下而上发黄变褐，并向上卷缩萎蔫。种子病部则产生许多黑色小点。

病菌主要以菌核和分生孢子器在种子、病残株和土壤中越冬，而以菌核为主要的初次侵染来源。菌核能在土壤中存活达两年之久。病菌通过伤口或从茎基部的衰弱部分、根部以及叶痕处侵入。病株上的分生孢子借雨水及气流传播，反复侵染。在芝麻生育期间，有两次为害期。第一次播种后3～7天开始至现蕾初花期，第二次在盛花期至成熟达到发病最高峰。芝麻茎点枯病菌是一种弱寄生菌，它的寄生性和致病性与寄主植物的生长状态和环境条件有密切的关系，降雨量是影响发病的重要条件，芝麻受渍受旱病害就会严重发生。

芝麻枯萎病 *Fusarium vasinfectum*　世界芝麻产区普遍发生。中国主要分布在河南、湖北、江西、吉林、内蒙古、陕西、山西、河北和新疆等省（自治区）。被害植株全株提早枯死或个别枝条枯死；种子不成熟、瘦瘪，蒴果开裂而造成减产。发病严重的田块，发病率常高达30%以上，是中国芝麻生产的主要病害。

芝麻从苗期到成株期都能感病，幼苗发病，全株猝倒。成株期发生较多。病株根部变褐、腐烂，叶片自上而下变黄枯萎，或全株枯死，茎基部变红褐色，有的往往限于半边或部分根系变褐，并顺茎部向上伸展使相应的半边植株叶片变黄枯萎，呈现半边黄现象。茎部红褐色干枯的条斑，潮湿时，病部可长出一层粉红色霉状物（病菌孢子）。两种病菌形态相似，但致病性不同，前者能够侵染多种植物，后者只能侵染芝麻。病部粉红色霉层是病菌分生孢子和菌丝体，最适宜的生长温度为30℃。

病菌在土壤、病株残体和寄附在种子内外越冬。从芝麻苗的根尖和伤口侵入，沿植株导管向上蔓延到茎、叶、蒴果和种子。一般6月开始发病，8月达到发病盛期，尤其是在雨水多、土壤湿度大或土壤瘠薄的砂壤土上发病严重，品种间抗病性有差异。

芝麻青枯病 *Pseudomonas solanacearum*　主要发生在中国南方芝麻产区，江西、湖北、广西、甘肃等省（自治区）及北方产区均有发生，但为害较轻。芝麻染病后，整株很快萎蔫枯死，发病越早，损失越大。病株初期茎部出现暗绿色斑块，逐渐变成黑褐色条斑。病株叶片从顶端向下急剧萎蔫，老叶挂垂，继而全株枯死。病株根茎内维管束变褐，且逐渐蔓延到髓部，造成空洞，茎部内外均有菌脓溢出。病叶叶脉呈黑绿色条斑，纵横交错成网状。染病种子瘦瘪变污褐色，不能发芽



病原细菌喜高温，发育最适温度为28～33℃。病菌在种子及病株残体上于土中越冬，可在土壤中存活一年以上，甚至长达3～5年以上，从根部伤口和自然孔口侵入，田间靠流水、带菌肥料或农活操作传播。此病的发病高峰多在炎热的7月至8月份，暴雨骤晴天气发展最快。

芝麻疫病 *Phytophthora nicotianae* var. *sesami* 印度、埃及、委内瑞拉、墨西哥、尼日利亚、坦桑尼亚等国的芝麻产区均有分布。中国在湖北、江西、河南、山东等省都有不同程度的发生。发病后常连片枯死，是一种毁灭性病害。该病多发生在芝麻生长的中后期(7月至8月)，为害茎部，造成顶端嫩梢卷曲。茎秆明显干缩溃疡，形成一段绕茎的缢缩病斑，初呈深绿色水渍状，后变成黑褐色。在潮湿情况下，可长出绵状白霉。叶片感病形成淡褐色大斑块，并微有轮纹；潮湿时叶背病斑外缘也能产生霉轮（病菌的子实体）。病斑的组织很薄，易于干缩、枯焦，叶片歪曲畸形。

病菌生长最适宜温度为28℃，以菌丝或卵孢子在田间病残体中越冬。次年病菌首先侵染芝麻茎基部，形成初次侵染，然后在病部形成分生孢子，借风雨、流水传播蔓延，进行再侵染。芝麻疫病在芝麻现蕾时开始发病，8月份大发生，多雨潮湿的气候有利于发病。

防治措施主要是采取轮作、选育抗病品种，加强田间管理，结合药剂防治。（李文溶）

芝麻虫害 (insect pests of sesame) 芝麻虫害据国外报道有20余种，中国报道有29种。发生普遍，为害严重的主要有地下害虫、芝麻蚜虫、芝麻天蛾、甜菜夜蛾和芝麻螟蛾等。为害程度由于气候和区域的不同而异。受害严重时，造成缺苗断垄，甚至毁种。

苗期害虫 地下害虫主要有沟金针虫 *Pleonomus canaliculatus*、小地老虎、黄地老虎、非洲蝼蛄、华北蝼蛄、蛴螬等。北方及黄淮地区的蛴螬为害最重，优势虫种为华北大黑金龟甲和暗黑金龟甲；南方则以地老虎为害最重。咬食种子、胚芽、幼根和嫩茎，造成缺苗断垄。防治方法是采取毒饵诱杀，施用毒土、药剂拌种，对地老虎幼虫在三龄前就要进行药剂防治。

甜菜夜蛾是苗期主要害虫，为害症状是生长点被咬断或叶片被咬成洞孔、缺刻。严重时将全部叶片吃光，影响植株正常发育。在湖北、河南一年发生4～6代，其中第二三代发生在6～7月份，为害芝麻幼苗。成虫白天隐藏在土缝、杂草丛里，趋光性强。最初孵化幼虫常群居叶背面，吐丝结网，咬食叶肉。幼虫有假死性，略受震动，即卷曲下坠。老熟幼虫钻入表土以蛹在土中越冬。在降雨少、气候干旱时发生重。

防治方法是用黑光灯诱杀成虫，铲除田间杂草和在幼虫三龄以前喷撒药剂防治。

成株期害虫 主要有蚜虫、芝麻天蛾 *Acheronfia styx*、芝麻螟蛾 *Antigastra catalunalis*、芝麻盲椿象 *Cyrtopeltis temls*、棉铃虫等是为害芝麻的主要害虫，在中国尤以芝麻天蛾、芝麻螟蛾和蚜虫为害最普遍。

芝麻天蛾幼虫食害叶部、嫩茎和嫩蒴，受害程度随出龄期增长而加剧，此虫除为害芝麻外，也为害马铃薯、茄子等多种作物。在河南和湖北省一年发生一代，幼虫为害盛期在7月中下旬。在江西一年发生二代，第一代幼虫发生在7月中下旬，第二代发生在9月份。初孵化幼虫多集中为害嫩叶，随龄期增大，有转株为害习性。成虫昼伏夜出产卵于叶面。以蛹在土室中越冬。防治方法是黑光灯诱杀成虫，人工捕捉老熟幼虫，用药剂防治幼龄幼虫。

芝麻螟蛾主要在局部地区发生，河南、湖北产区为害较重，一年发生四代。以老熟幼虫越冬。成虫有趋光性，白天多停息在芝麻叶背或杂草中，幼虫吐丝缀叶，在内取食叶肉。并喜钻入花心和蒴果内为害，使蒴果变黑脱落。多在芝麻结蒴后开始为害，防治上多采用黑光灯诱杀成虫和在幼虫发生时，喷洒药剂防治。

芝麻蚜虫，即桃蚜、烟蚜。分布于国外及中国各地，寄主植物达170多种，芝麻被害后，叶片卷曲皱缩，植株低矮。严重时全株枯死。

桃蚜一年发生23～26代，以卵在桃树上越冬。2月至3月为若虫，并在桃树上繁殖三代。第三代为有翅迁飞蚜，约在4月至5月份迁飞到烟草和其他作物上繁殖。6月中下旬开始为害芝麻，7月至8月份为害芝麻较盛。在芝麻上发生的世代随各地条件而不尽相同。

防治措施主要是消灭越冬寄主虫源和在田间进行药剂防治。（李文溶）

芝麻的分类 (cultivar classification of sesame) 根据英国丘氏植物园《显花种子植物志》记载，脂麻属 *Sesamum* 共有36个种。林奈曾将栽培芝麻依种子颜色的不同分为两个种：*S. indicum* L.，种子白色；*S. oricutale* L.，种子黑、红、褐等色。后来德·堪多(de Candolle)主张此两个种合并为一个种，学名为 *Seasmum indicum* L.。

国外的一些学者，如德·堪多、吉天布兰德(Гильтенбрандт)、K. 库马尔(Kumar)、小林贞作等，根据芝麻茎、叶、花、蒴果的形态变化将普通栽培芝麻 *S. indicum* 分为若干个亚种和类型。

中国以《芝麻品种资源目录》的1 635份材料为依据，按六个受遗传基因控制的主要农艺性状为基础，作出如下归类：

A. 株　型…………A_1多枝型、A_2普通分枝

型、A_3单秆型

B．叶腋花数…………b_1一花、b_2三花

C．花　色…………C_1白色、C_2微紫色、C_3紫红色

D．蒴果棱数…………d_1四棱、d_2六棱、d_3八棱（含多棱）

E．果　型…………e_1普通蒴果、e_2瘦长蒴果

F．粒色（种子皮色）…………f_1黑粒、f_2褐粒、f_3黄粒、f_4白粒

按照以上分类标准，构成了中国芝麻品种分类的检索系统，并将现有芝麻品种划分为63个类群，编入《中国芝麻品种志》。这种分类，在性状标准上虽与国外基本一致，但在内容和方法上则较完整，具有鲜明的系统性和实用性。　（冯祥运）

芝麻的种植制度 (cropping system of sesame)　芝麻在中国各省均有种植，由于各地气候、土壤、耕种习惯和社会经济条件不同，形成了不同的种植方式和轮作制度，可分为春芝麻、夏芝麻和秋芝麻。

一年一熟及两年三熟制地区，春芝麻在“立春”后至“立夏”前播种，分布于中国东北、西北、华北，以纯种为主，兼有间作、套种，前茬作物主要有高粱、粟、玉米、甘薯和棉花。东北、西北一年一熟地区的春芝麻，由于纬度高、气温低，地方品种生育期长达110～120天，植株较矮，叶片细小，较耐瘠耐旱，对短日照反应敏感。华北两年三熟制地区的春芝麻，由于生长季节较长，地方品种亦较晚熟（110天左右）。

一年两熟制地区，夏芝麻在“芒种”前后播种，约占全国芝麻种植面积的70%，主要分布于豫、鄂、皖、苏北、冀南、鲁南等地，其主要轮作方式有：

豌豆或蚕豆、油菜—夏芝麻—冬小麦—夏玉米、大豆等；

大麦或大麦豌豆混播—夏芝麻—冬小麦—夏大豆、玉米、甘薯等。

冬小麦—夏芝麻—冬小麦—夏大豆、玉米、甘薯等。

一年三熟制地区秋芝麻在“大暑”前后播，主要分布于华中南和华南地区，以鄂南、江西省为集中产地，与小麦、大豆、早稻、油菜等轮作。其主要轮作方式为：小麦—大豆—秋芝麻或早稻—秋芝麻—油菜、小麦。秋芝麻品种的基本特点是早熟，生育期一般75～80天，植株矮小。　（锺　乃）

芝麻油 (sesame oil)　从芝麻籽中提取的油。经烘炒、磨浆、分离等特殊工艺生产出的油称为“小磨香油”。粗油色泽较深，精炼后呈淡黄色。除大量作食用油外，还可加工成色拉油、人造黄油、起酥油等食用商品油。

芝麻油主要是由棕榈酸、油酸、亚油酸等混合脂肪酸二甘油酯的混合物组成。因芝麻的类型、品种、种植条件、生长情况的不同，油的脂肪酸组成有一定的变化。根据河南省农业科学院对409份芝麻品种的分析，其脂肪酸组成为：

棕榈酸	7.89～10.99%
硬脂酸	4.05～5.98%
油　酸	35.75～52.87%
亚油酸	33.15～47.91%

此外，还含有微量的高碳价不饱和脂肪酸，如亚麻酸和廿碳烯酸，这两种脂肪酸的含量不足1%。芝麻油的主要理化常数一般为：

比重（25℃）	0.914～0.919
皂化价	188～195
碘　价	103～116
不皂化物（%）	<1.8

从油的碘价表明芝麻油属半干性油，油中不皂化物高，大部分是甾醇类。据医学研究，它能排除人体中的胆固醇，也能抑制人体对胆固醇的吸收。因此，芝麻油对胆固醇含量高的病人来讲是一种理想的保健食油。

芝麻油含有芝麻脂素（Sesamin）、芝麻酚林（Sesamolin）等特殊成分，因而具有浓郁特殊香味，深受人们喜爱，广泛用于凉菜的调料。芝麻酚林与盐酸反应分解成芝麻酚（Sesamol）和萨明（Samin），芝麻酚有抗氧化作用。芝麻油中还含有较高的维生素E，使油具有明显的不易酸败的特性。　（李尊一）

芝麻育种 (sesame breeding)　利用芝麻种质资源，通过遗传改良途径，选育出具有高产、稳产、抗病、耐渍、品质优良的新品种，供生产利用。

简史　20世纪20年代以来，世界芝麻主产国为了改变产量、产值低劣的状况，十分重视高产品种的选育。印度培育了40个改良品种，并于1961年将主要品种在中央油料会议上作了公布。埃及1973年培育的抗枯萎病品种Giza-25，种植面积占全国芝麻的70%。美国得克萨斯农工大学培育的新品种EVA、SW-4，单位面积产量均有较大的提高。1982年美国报道了芝麻基因型雄性不育系及其杂交种生产应用的可能性，对芝麻杂种优势的利用引起了广泛的关注。

中国芝麻育种，大体分为三个阶段：①地方良种评选。20世纪50年代初期，组织了以科学工作者为主体的调查机构，对地方品种进行调查鉴定，从中评选出优良品种。这种方法，简便易行，见效快，成绩显著。在中国芝麻育种初级阶段，各地评选并推广了约30个地方良种。如河南紫花叶二三、湖北武昌九根头、江西佛座芝麻、安徽四棱糙、北京霸王鞭等。②系统选

育。在地方良种评选的基础上，通过农家品种调查、搜集、整理、鉴定进行系统选育，60～70年代，全国共选出20余个新品种，如786、332、中芝5号、宜阳白、熊芝1号；襄芝2号、郑芝2号等，使中国芝麻在产量、品质、抗性上都得到显著提高。其中最明显的是宜阳白，在长江、淮河流域均表现耐渍、抗病、高产、优质。③**杂交育种**。针对芝麻不耐渍、感病重的弱点，60年代末期中国开始杂交育种工作，先后选育出一批耐渍、抗病、高产、优质的新品种。经省级品种审定命名并广泛推广的有中芝7号、中芝8号、豫芝1号、豫芝2号、冀芝1号、襄芝2号等。

中国芝麻育种起步较晚，但进展较快，成绩显著，特别是在耐渍、抗病、高产、优质育种目标上取得了重大进展。如中芝7号、宜阳白、豫芝1号、豫芝2号，耐渍性较强，抗枯萎病、茎点枯病，每公顷突破2 250千克，含油率55%左右；已达到了世界先进水平。

育种目标　芝麻育种的总目标是：耐渍，抗病，高产，优质和适应性广。由于地区间自然条件、生产条件不同，具体目标不尽相同。

芝麻易受渍害和枯萎病、茎点枯病为害。尤其在中国长江、淮河流域一带平原地区，芝麻生育期间多雨，土壤长期过湿，易于酿成渍害，并引起和加重病害，致使产量低而不稳。耐渍、抗枯萎病、茎点枯病应为芝麻育种目标。

芝麻新品种的籽实产量，一般要求比地方推广品种稳定增产10%以上，达到统计分析5%显著标准，或产量相近、具有某些特殊优良性状。在产量性状方面，应以增加单株蒴果数为基础，同时争取提高蒴粒数和粒重。因此，提高新品种的产量，应注意选择始蒴部位低、果轴长、叶腋三蒴、节密、果多、粒数多而粒重高等综合丰产性状。

含油量是衡量芝麻品质的主要因素，选育油用芝麻新品种，种子含油率一般应在55%以上，比当地推广品种高2～5%。食用芝麻在国际市场上广泛重视的外观品质，主要是粒色、粒形一致，白色而鲜亮的品种销路更广。

芝麻蒴果成熟不齐，田间炸裂落粒损失较重，并有碍于机械化收获。因此，选育田间不炸蒴、不落粒的新类型、新品种已引起重视。

育种方法　芝麻育种的主要方法有系统育种和杂交育种。

系统育种通常是从地方良种、引进良种或新品种中选择优良变异个体。是在综合丰产性状的基础上，选择耐渍性、抗病性强的品种，从而提高产量和抗性。一般是在生产大田或品种试验圃中进行一次或多次单株选择，经过比较试验决选出新品种，如宜阳白和郑芝2号等。

芝麻杂交后代的遗传变异规律与其他自花授粉作物基本相似，主要经济性状在不同程度上都属于数量性状遗传范畴，有明显的剂量效应。在叶腋蒴数、全株蒴数、蒴粒数、千粒重和含油量等方面，杂种后代大都介于双亲之间而且往往大于双亲的平均值。因而杂交亲本必须是选用优点多、缺点少，同时在性状上能够互补的配成杂交组合。芝麻杂交育种应用广、见效快的杂交方式是品种间杂交，中国推广的第一批耐渍、抗病、高产、优质的新品种，主要是通过品种间杂交育成。

芝麻是自花授粉作物，杂交需进行人工去雄和授粉母本去雄的时间，是在花冠盛开的前一天将花蕾的花冠连同着生于花冠基部的雄蕊一起去掉。授粉是采取父本盛开的花朵，撕开筒部将其裸露的花粉直接授至去了雄的柱头上。田间授粉的适宜时间是上午6～8时。

芝麻杂种后代的选择，通常是采用系谱法或混合法。系谱法就是在杂种分离世代中，对每个组合从第二代开始选择单株并编号(一般是从F_2到F_5)，直至性状趋于稳定选出品系。混合法是在杂种分离世代中，先按组合选优去劣(一般经历四至五代)，再按育种目标进行一两次单株选择成为品系。选择的产量性状及其标准，主要是叶腋蒴数、结蒴密度、果轴长度、蒴粒数和粒重，介于或大于双亲的平均值。生育性状的选择，主要是生育期与生态区相适应的早、中熟品种。

（柳家荣）

芝麻栽培 (sesame culture)　根据芝麻的生长发育特性及种植条件，采取适应的栽培方法，以获得高产稳产技术措施。芝麻对土壤的适应性广，粘土、砂土、壤土均可种植，但不耐渍、不耐盐碱。以选用土质疏松、排水良好的土壤，表层全盐量不能高于0.3%，pH值5～7为宜。

播种　是种植芝麻的重要技术环节之一。芝麻种子小，幼芽顶土力很弱，播前整地要求整平、整细，并结合施基肥。中国的夏芝麻、秋芝麻，生长季节短，前茬作物收获后须及时播种，才能满足整个生育期对温度的需要。同时，在播种季节常遇干旱，须抢墒播种才能保证出苗。夏芝麻的播期，在长江、淮河流域不迟于6月下旬；秋芝麻不迟于7月下旬。春芝麻、夏芝麻以条播为宜，秋芝麻以点播为佳。

合理的种植密度是芝麻高产群体结构的基础，目的在于适当扩大单位面积光合率，增加单位面积总蒴数，提高单位面积产量。种植密度的调整原则是：肥效高，播种期早，品种分株性强生长势旺，密度应适当减少；相反则适当增加。特别秋芝麻要加大密度，以密补迟。一般单秆型品种每公顷15万株，分株型品种每公顷10万株左右，行距40～50厘米，株距15～20厘米。适宜的播种量一般每公顷5～7.5千克。播种深度一般3～4厘米，播后需及时耙平，以保持耕层土壤细碎

平整，土壤水分适度，争取苗全、苗匀、苗壮。

田间管理　芝麻幼苗细嫩且生长缓慢，如不及时间苗、定苗，极易造成苗荒。同时，田间杂草繁多，特别是夏芝麻、秋芝麻，杂草比芝麻苗生长快、长势旺，如不及时除草极易造成草荒。苗荒和草荒严重地威胁着芝麻生产，重则大幅度减产，甚至失败。一般在2～3对真叶时开始间苗，到7～8天后第二次间苗，待幼苗长出5～6对真叶、苗情基本稳健时定苗。结合间苗、定苗进行中耕除草，或于播种后随即喷洒除草剂。

芝麻具无限开花结蒴习性，花期、结蒴期约占全生育期的1/2时间，而且生长发育旺盛，吸收氮、磷、钾营养元素占整个生育期吸收总量的70%左右。要看苗追肥，特别是花前期要追施氮肥，对土壤肥力低、未施底肥或底肥不足的芝麻增产效果尤为显著，一般每千克纯氮，增产芝麻15～25千克。芝麻属无限开花习性，为防止枝端无效花对养分的消耗，和促进有效蒴果的充实，可于终花前摘除顶端，是一项增产措施。

收获　芝麻边开花边成熟，各部位蒴果成熟期很不一致，当基部蒴果成熟甚至炸裂时，其上部蒴果尚处在籽粒形成阶段。成熟标准也因品种而异，一般终花后20天即可收获。如茎、叶、蒴果由青绿色转为黄色，落叶和裂蒴性的品种，一般在蒴果转黄后并有大量落叶时为收获适期；如成熟时茎、叶、蒴果仍为青绿色的品种，当下部蒴果的籽粒已充分成熟，中部蒴果的籽粒十分饱满，上部蒴果进入乳熟期，即可收获。离地5厘米左右刈割，扎成小束晾晒，大量裂蒴时进行脱粒，种子贮藏的安全水分为7～9%。

（钟　乃）

芝麻种质资源 (sesame germplasm resources)　用以选育**芝麻**新**品种**或作为**遗传**等学科研究的材料，包括农家品种、改良品种、野生种等。对资源搜集、研究较多的国家有印度、中国、委内瑞拉、美国和墨西哥等。

中国20世纪30年代即开始对农家品种进行征集，50年代末全国共征得原始材料3 000余份，经过整理鉴定共保存1 635份，于1982年编写出版了《中国芝麻品种资源目录》。中国栽培芝麻历史悠久，分布地域广泛，栽培制度多样，在自然选择和人工选择下，品种类型丰富。具有以下突出特点：

生态类型多样　东北地区一年一熟的春芝麻，由于纬度高、气温低，农家品种具有明显的长日性，对短日照反映敏感，**生育期**长达120天左右，株型矮小。华北地区两年三熟的春芝麻品种，则因生长季节较长达110天左右，开花期晚，花期长，植株比东北地区的高大。华中地区的芝麻生长旺盛，植株高大，叶片大，全生育期90～100天。华中南及华南地区一年三熟的秋芝麻，生育期仅70～80天，植株矮小，短日性强，对长日照反应极敏感。华南尚有一些一年两熟，于越冬作物之后播种的春芝麻，植株长势一般较矮，全生育期只70多天。在南方的热带地区还有极少数冬芝麻。在长江、淮河流域的夏芝麻主产区也因区内品种分布地带的气候、地势、土壤不同而显示出各自的生态特征。如湖北省襄阳分布于土壤肥沃的平原地区品种青皮耐、犀牛角等，植株高大，生长势强；分布于丘陵山岗薄地的老红芝麻等，则表现相应的早熟、耐瘠、耐旱及多分枝的特点。又如河南省东南部地区，分布于肥水条件差的砂壤土地带的宁陵金梗黄、商丘小八股等品种，**生育期**短(80天左右)、早熟、耐瘠、避秋旱、株形矮小、分枝性弱；分布于肥力较好的粘壤土地带的柘城大青秸、商丘一把鞭等，生育期较长，植株高大，生长势强；分布于地势低洼易涝的黑粘土地带的尉氏柳条青、许昌柳条青等，则耐渍性较强，分枝多，叶形细长，叶色深绿。

经济性状优异　具体表现为：①多花、多棱、多粒。如熊芝1号、宜阳白等，叶腋间着生的花数，一般条件下三花形成三蒴，但在肥、水、气候较好条件下部分节位多花，形成4～5蒴，高达7～8蒴，节间短，结蒴密。中芝8号、江西佛座等，蒴果5～6棱混生，兼有10棱以上，平均蒴粒数100粒，少数多棱大蒴高达200多粒。②优质。中国芝麻大部分含油率为52～55%，高达62%。同时还拥有粒色洁白具有光泽的芝麻品种。

抗逆资源潜力大　芝麻被称为不耐涝的作物，但在中国的农家品种和选育的品种中已初步鉴定出一批耐渍性较强的品称，如中芝5号、1134、武昌九根头、河南1号、豫芝1号、尉氏柳条青等。特别是云南和贵州省多雨、多雾、高温、高湿地区的品种，如云南永仁白芝麻等耐渍、抗病性均较强。

（冯祥运）

芝麻渍害 (water-logging damage of sesame)　芝麻**生育期**间，因连续阴雨土壤过湿或因地下水位过高土壤长期积水，使根系呼吸困难，从而造成叶片枯黄、萎蔫、根系腐烂、植株凋萎直至死亡等现象，致使产量下降、品质低劣。

芝麻渍害因生育时期不同，为害程度差异甚大。苗期受渍，生长迟缓，叶片枯黄，并易感病，但短期(5～7天)受渍后，天气转晴，尚能恢复生长。开花、结蒴期最易受渍，轻者根系活性减弱，叶片萎蔫，营养生长和生殖生长均受阻，产量、品质下降；重者根系腐烂、植株凋萎直至死亡。

芝麻渍害生理尚不明确，但在品种类型间耐渍性则有明显差异。一般是根系发达、来源于气候潮湿，地势低洼易涝地区的品种耐渍性较强。防止和减轻芝麻渍害的有效方法，主要是选用耐渍优良品种，并因地制宜采用田间耕作栽培技术。如中国长江流域传统的

沟厢种植法等。（锺　乃）

知风草 (weeping love grass)　禾本科画眉草属中的一个种，学名*Eragrostis curvula* Nees.，多年生草本，牧草作物。又名弯画眉草、南非画眉草。分布在南非和罗得西亚，后传到美国、巴西和澳大利亚。中国于20世纪40年代从美国引进，在华东地区栽培。

丛生，株高90～120厘米，下部的节间生分枝，叶鞘短于节间或下部的叶鞘长于节间，叶片细长，叶面粗糙，基部叶丛密，质软。圆锥花序开展，长15～30厘米，分枝单生或基部的分枝近于轮生，枝腋间常具细柔毛，下部四分之一常裸露；小穗长6～11毫米，含5～12朵小花。花灰色带绿，颖质薄，披针形，先端尖，具一脉；外颖长圆形，先端钝，侧脉明显，长约2.5毫米；内颖稍短于外颖（见图）。知风草的生活力很强，能耐夏热和干旱，也比较耐寒。适宜在排水良好的土壤上生长，特别在砂壤土上最适宜。用种子繁殖，一般春、秋季均可播种，但以秋季为好。由于种子小，所以整地要均细，否则难以获得全苗，覆土不宜超过2厘米，每公顷用种量3.7千克。可以分株繁殖，多在冬季或早春进行，也可在七八月份雨季繁殖。根系密，保土性能好，但草质较为粗糙，干物质含粗蛋白质9.2%，粗脂肪2.8%，粗纤维30.9%，无氮浸出物43.4%，灰分4.9%。（杨运生）



知　风　草

知母 (common anemarrhena)　百合科知母属的一个种，学名*Anemarrhena asphodeloides* Bge.，多年生草本植物。古名蚳母、连母、蝭母。别名羊胡子根、蒜瓣子草。根茎供药用。中国主产河北、河南、内蒙古、山西、山东、陕西、甘肃、辽宁、吉林、黑龙江等省（自治区）。日本、朝鲜也有种植。

株高60～120厘米。根茎肥厚，横生，残留黄褐色纤维状旧叶残基，下部生有多数肉质须根。叶基生，线形。花茎直立，不分枝，花2～6朵成一簇，黄白色或淡紫色。蒴果长圆形，具6条纵棱，3室，种子黑色，长三棱形。花期5月至8月。果期8月至9月。



知　母

适应性强。生于向阳山坡、干燥丘陵或草原地带。喜温暖，耐寒、耐旱，除幼苗期须适当浇水外，生长期不宜过多浇水，特别在高温期间，如土壤水分过多，生长不良，且根茎易腐烂。对土壤要求不严，山坡、丘陵、地边、路旁等零星地均可种植。宜选向阳、排水良好、疏松的腐殖质壤土和砂壤土栽培。用种子和分根繁殖。以种子繁殖为主，春播4月初，秋播在10月底至11月初，次年4月出苗，秋播出苗较整齐。条播行距25厘米，覆土2厘米，播种量每公顷7.5～12千克。分根繁殖，在秋季植株枯萎时或次春解冻后至返青前，刨出根茎，选有芽的一段作种。按25～30厘米行距开6～8厘米深沟。按株距15～20厘米栽种，覆土压紧浇水。苗期需进行松土除草。按15厘米株距定苗，生长期适当追肥。除留种者外，将花薹剪去。病虫害有黑粉病，蛴螬。直播者3年收获，分根繁殖者2年收获。于10月上旬至地冻前或早春出苗前刨出根茎，抖掉泥土，晒干或烘干，去掉须毛即为毛知母。趁鲜剥去外皮，用硫磺熏3～4小时，切片晒干或烘干为光知母，也叫知母肉。每公顷可收干货3吨。

根茎含知母皂甙(Timosaponin)。此外尚含有黄酮、鞣质、粘液、烟酸、胆碱及脂肪油等。药理实验有解热作用，对痢疾杆菌、伤寒杆菌、副伤寒杆菌、肺炎双球菌、葡萄球菌和结核杆菌等有抑制作用。味苦，性寒。有滋阴、降火、润燥功能。用于热病烦渴、肺热咳嗽、骨蒸潮热、消渴、肠燥便秘。

（陈　瑛）

《植物遗传育种学》(*Plant Breeding and*

Genetics) 全面介绍植物育种的遗传理论与育种方法，概括总结植物遗传育种成就、经验和问题的一部理论专著。由华北农业大学（现北京农业大学）、中国科学院遗传研究所、广东农林学院（现华南农业大学）和广东省植物研究所的专家分别撰写，蔡旭、郑长庚、米景九、许启逢统一整理而成。

本书除绪论外，分上下两篇。上篇分九章，叙述植物育种的遗传学基础，包括遗传、变异和环境，遗传育种的细胞学与植物学基础，孟德尔遗传定律，连锁遗传，染色体的结构变异和数量变异，遗传物质的分子基础，突变，数量性状遗传，细胞质遗传；下篇分十二章，叙述植物育种，包括**引种**，**选择育种**，**杂交育种**，**杂种优势作用**，雄性不育理论的应用，**诱变育种**，单倍体与多倍体，无性繁殖植物育种，良种繁育，植物育种的田间试验与生物统计等。本书的特点是在保持遗传学与育种学相对独立的基础上，使两者互相渗透，使育种的实践建立在遗传学的科学基础之上。

1976年由科学出版社出版，全书600页，889千字。

（米景九　张树榛）

《植物育种》(*Euphytica*) 英文，荷兰植物育种期刊，创始于1952年，刊登植物育种成果。每年出3期为一卷，1986年为第34卷，每卷约900页。在荷兰瓦赫宁根(Waheningen)农业出版中心印行。

（卜慕华）

《植物育种杂志》(*Zeitschrift für Pflanzenzuchtung*) 1913年创刊，主要刊载有关农林、果树和经济作物的选种、育种、作物栽培与发育等方面的研究论文。用德、英或法文发表。每年8期，4期为一卷，每期约80页，小16开本。由Paul Parey 出版社出版。

（李国柱）

植物组织培养 (plant tissue culture) 在无菌和人工控制条件下，对植物的原生质体、细胞、组织和器官进行离体培养，并控制其生长发育的一门技术。是当今世界新技术革命的重要组成部分。它为植物生理学、细胞学、胚胎学、发育遗传学等学科的研究提供了有效而简便的方法，为现代作物育种创造新的变异体、脱毒原种、繁殖体及从远缘种、属中导入优良基因提供了可能和条件，促进了现代农业生物工程产业的兴起。

理论基础　植物活细胞具有能够发育成为完整植株的潜在能力，称之为细胞的全能性，这是植物组织培养的重要理论基础。早在1902年德国的植物学家G. 哈伯兰德(Haberlandt)就提出了在无菌条件下，使分离的植物细胞再生成完整植株的“植物细胞全能性”的启蒙观点。40年代初P. R. 怀特(White)明确提出了“植物细胞全能性”学说。此学说表明：具有细胞核的已分化的细胞在一定培养条件下，经过脱毒分化过程，可以恢复到胚性状态或形成愈伤组织，再经过胚状体途径，或者形成根、芽的途径，以后再分化形成新的植物个体。

关键技术　调节培养基中细胞分裂素和生长素的浓度的比例是实现再分化过程的主要条件之一。F. 斯库(Skoog)和崔澂(1948)发现腺嘌呤或腺苷可以解除培养基中生长素IAA 对芽形成的抑制作用，从而诱导烟草的茎切段形成芽，即腺嘌呤与IAA 的比例高时可促使形成芽，反之产生根。E. V. 米勒(Miller)(1956)发现了激动素，它能代替腺嘌呤促进芽的形成，效果可提高上万倍，从而使控制器官分化的激素模式由腺嘌呤/IAA 改为激动素/IAA的比例。

类别　根据所培养的对象植物组织培养又可划分为器官培养（如植物的根、茎、叶、花药、子房、胚珠、胚等）、细胞悬浮培养和原生质体培养。这些培养物在其相适宜的培养基中，在一定的温度和光照条件下生长发育。培养基成分包括大量和微量无机盐、维生素和氨基酸。一般以蔗糖作碳源，并根据培养目的添加不同种类和浓度的植物激素，还常附加天然植物提取液，如椰子汁、水解乳蛋白、酵母提取液等以补偿营养成分和激素的不足。

器官培养　以植物的根、茎、叶、花药、子房、胚珠、幼胚等器官作外植体，接种在适宜的琼脂固体培养基上，生长出新的植株或经过脱毒分化再生出新的植物个体的培养技术。

在作物育种实践中常遇到种间、属间杂种胚或胚乳早期败育退化而得不到有生活力种子的现象，F. 莱巴赫(Laibach，1925、1929)首次利用胚胎离体培养技术获得亚麻种间杂种植株的成功尝试，为胚胎培养技术卓有成效地应用于植物育种实践奠定了基础。至今通过胚胎培养技术已在20余种植物中得到了种间杂种，在10多个属间杂交组合中获得了属间杂种。

通过器官培养再生成植株的植物已达600多种，其中许多有经济价值的植物采用组培快速繁殖法实现了商品化生产。中国组培快繁植物已有100多种，其中甘蔗、无籽西瓜等已实现了工厂化育苗生产。

由茎尖培养获得无病毒植株的“茎尖脱毒”技术，已在马铃薯、甘薯、大蒜、百合等植物中取得成功。其中马铃薯茎尖脱毒培养已用于生产得到显著效果。

无性繁殖的以及在自然条件下不能开花、结籽的作物，采用器官培养技术，不仅可以繁衍和保存种质，且宜长途运输，便于交流。

花药培养是**单倍体育种**的主要途径之一。中国在这方面处于国际领先地位。

细胞悬浮培养　将新鲜的易分散的愈伤组织转移到盛有液体培养基的培养瓶中，并在摇床上进行连续

振荡培养。经过若干次继代培养后，可得到均匀分散的细胞悬浮液。细胞悬浮液中一般不含较大的团块组织，而是游离的植物细胞和由几个到几百个细胞组成的聚合体，形成较为均一的体系。它不仅是细胞生理学家和生化学家研究细胞生长和代谢的工具，也为原生质体培养、细胞突变体的诱发和筛选，提供了理想的材料。从1953年W.M.米尔(Muir)首先进行烟草和万寿菊的细胞悬浮培养取得成功以来，又陆续在菜豆、大豆、人参、玉米、高粱、甘蔗等作物上获得成功。作物胚性细胞悬浮培养的成功，为生产人工种子和实现工厂化无性育苗提供了可能。

细胞悬浮培养一般分为起始培养（即选择适宜的外植体接种、诱导出愈伤组织）—细胞悬浮培养—体细胞胚胎发生—获得再生植株四个阶段。

原生质体培养　用酶消化细胞壁而游离出的原生质体，放在液体或固体培养基中，再生出细胞壁，并进行细胞分裂，经愈伤组织，分化再生出新的植株。这种由原生质体再生的植株称之为原生质体无性系。1960年英国诺丁汉姆大学的E.C.科金(Cocking)用一种从漆斑霉(*Myrothecium verrucaria*)中提取的纤维素酶处理番茄幼苗的根尖，并用渗透稳定剂防止原生质体破裂获得了数量多而完整的原生质体，由此开创了酶法游离原生质体的新阶段。1968年I.塔克伯(Takebe)首先成功地采用市售纤维素酶和果胶酶分离原生质体。1971年C.尼茨(Nitsch)和K.奥伊姆(Ohyama)以及I.塔克伯首先从酶法分离的烟草叶肉原生质体培养成完整的植株。至今国际上由原生质体培养成植株的植物种已达100多种。如烟草、矮牵牛、马铃薯、水稻、珍珠粟、紫狼尾草、无芒雀麦、玉米、野生大豆等。

裸露的原生质体同样具有再生成完整植株的全能性，所以当它摄取了外源遗传物质（如经DNA重组后的目的基因、染色体、叶绿体、线粒体等）以后，能再生出新的植株，这就是现代生物基因工程的模式。

去壁的植物细胞可以进行细胞融合（又称体细胞杂交）。不同种间、属间的物种的原生质体的相互融合，为克服远缘有性杂交不亲和性，获得体细胞杂种提供了可能。迄今通过细胞融合获得的种间、属间杂种已有40多个。联邦德国和美国学者成功地把番茄和马铃薯的细胞融合在一起，从而得到"番茄薯"；中国学者亦已获得了烟草与黄花烟草、粉蓝烟草与矮牵牛等种间和属间体细胞杂种植株。

由于细胞和组织的培养物具有全能性，故可用来保存和贮藏种质。一般采用减缓生长速度或利用极低温(−196℃)冷冻的方法，贮藏悬浮培养物、愈伤组织、分生组织、体细胞胚或原生质体胚状体，以维持其活力。烟草、胡萝卜、亚麻、豌豆、花生、马铃薯、甘蔗、咖啡等数十种植物，已采用此法保存和长途运输种质，进行交流。

变异体的选择　组织培养中体细胞可以产生广泛的形态和遗传性变异，这些变异有的来源于外植体的异质性；有的则来自培养过程。如果在培养过程中施加一定的选择压力，就有可能选出相应的抗性突变体。有的国家采用此法，已获得抗野火病的烟草，抗眼斑病的甘蔗，抗晚疫病的马铃薯，抗小斑病毒素和除草剂的玉米细胞系等。中国已选出抗水稻白叶枯病、抗稻瘟病的水稻株系，含糖量21%的甘蔗突变系。由此看来，组织培养亦是一种诱变和选择突变体的有效方法。　（胡　含）

制酱醋 (soy sauce and vinegar production)　利用微生物的发酵作用制取酱和醋的生产过程。

制酱与酱油　酱是中国人民生活中开门七件大事之一。古籍中的《周官》一书已有设专人管理制酱的记叙。《史记》也载有："醯酱千瓿，北千乘之家"。秦汉以后，制酱技术传往朝鲜、日本及东南亚各国。现在酱与酱油也已成为这些国家的生活必需品。

传统的制酱技术。用半固体发酵法，分为制酱曲、制酱和制酱油三个阶段（见图1、2、3）。

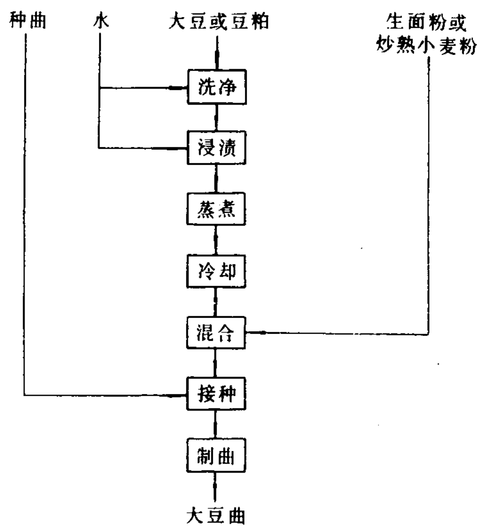


图1　制酱曲工艺流程

蒸熟的大豆或豆粕，冷却后与面粉或炒熟的小麦粉混合，接入种曲培养72小时，表面布满黄绿色霉菌孢子，即成大豆曲，俗称黄子。在发酵容器内，先按比例投入20波美(Be')左右的食盐水，然后倒入大豆曲，充分搅拌任其自然发酵。老法做酱，需经一两年方能成熟。现在大多已改用稀醪发酵，用保温或加酶等方法促进成熟，缩短取油时间。酱油渣用清水洗出盐分后可作饲料。

面酱（甜面酱）用小麦粉发酵酿成。①旧式制法。面

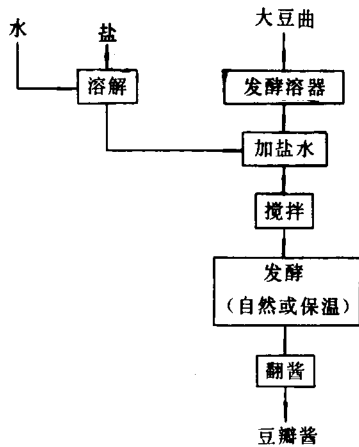


图 2 制酱工艺流程

粉加少量清水揉和，捏成面团，用刀切成块，蒸熟摊凉，装入竹匾或木盘，送入曲室发霉，4～5天后表面长满黄衣（曲霉孢子），即可下缸发酵，添加15波美（Be'）左右的盐水，日晒夜露，天天翻拌，任其自然

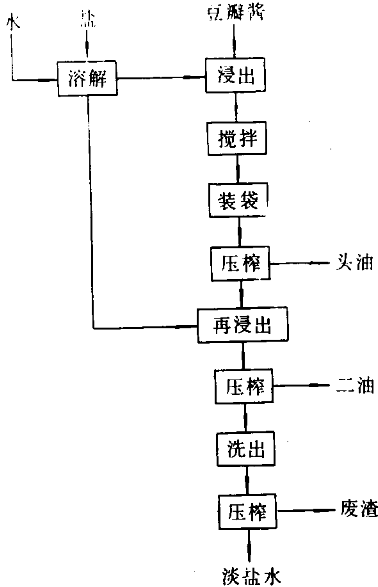


图 3 制酱油工艺流程

发酵，由于美拉德反应，颜色逐渐转为红褐色，生成特有香味，再用磨子磨细即成面酱。②新法酿造。用酶制剂代替制曲，可节约原料与劳动力。面粉如常法制成小块面饼，添加盐水与酶制剂（糖化酶与蛋白酶），保持40℃，发酵10～15天，即可磨成酱，味甜质稠，色泽比旧法略浅。将原酱直接经过压榨所得汁液即成酱油。

酿醋 醋起源于酒的酸败。中国古代叫做酢或苦酒。现则为全世界的调味料。酿醋原料各地不同，中国酿醋有固态和液态两种方式。固态酿醋如山西陈醋、镇江卤醋、保宁麸醋。用粮谷或酒糟为原料，加曲或酒药使糖化与酒精发酵同时进行，发酵完毕后添加稻壳或砻糠等疏松剂，混合后入缸进行醋酸发酵，上层醋醅，因接触空气多，升温快，需经常翻醅，促进醋化，待酸度不再增加时，表示醋醅已成熟，即可加水浸出，淋取醋液。液态酿醋如浙江玫瑰醋、福建细曲醋，系用酒药或红曲糖化发酵，不加填充剂。

传统酿醋工艺生产周期长，得率低。70年代上海醋厂发展了酶法与自然通风回流酿醋新工艺，原料利用率显著提高。上海、天津、石家庄先后发展深层发酵酿醋获得成功，缩短了发酵周期。

（朱宝镛）

制糖 (sugar production) 从糖料植物提制食糖的工业生产过程。食糖的主要成分为蔗糖，最先在甘蔗中发现。糖料植物以甘蔗和甜菜为主，糖高粱、糖槭、糖枫和椰子汁等为数极少。世界食糖年产量约为1亿吨左右，甘蔗糖约占60%，甜菜糖约占40%。

甘蔗制糖 甘蔗的茎部含糖量约12%，甜菜块根的糖含量为16.5～18%。蔗糖分和一些可溶性非糖分并存于薄壁组织的细胞液中，构成糖汁。制糖过程就是先将蔗茎破碎压榨或将甜菜块根切丝加水渗浸提取出糖汁（简称“提汁”），经加灰澄清，除去其中一部分的非糖，随后加热、蒸发浓缩和煮炼使蔗糖分从母液中结晶出来，最后用离心机分去母液即得白砂糖成品。母液中包含大部分未能清除的非糖连带一部分不能结晶的蔗糖，构成所谓的“废蜜”。整个工艺流程见图1。

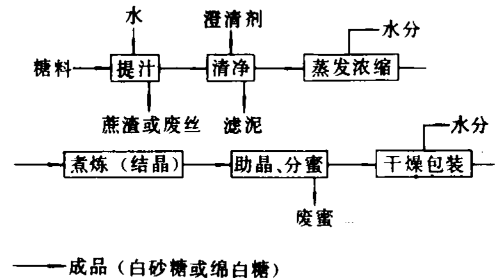


图 1 制糖工艺流程

提汁 田间按计划收割的蔗茎，随割随运，进入糖厂，当即由输送带送往压榨车间，途中经两次由高速回转的刀群加以斩切，再经撕裂机进一步破碎。然后顺次通过一列由4～6座三辊式压榨机串联而成的机组经受压力榨出蔗汁。所得蔗渣从最后一座压榨机排出。蔗料进入每座压榨机之前都要添加适量的渗浸水或稀蔗汁，一般是只在末座压榨机前加水，其余各座压榨机前均添加后座压榨机榨出的稀蔗汁。出自撕裂机和第一座压榨机（在不用撕裂时则为第一、二两座压榨机）的混合汁，筛去蔗屑，通过计量即送往清净工段。20世纪60年代发展了一种类似于甜菜糖厂的渗

出提汁法，是将甘蔗先通过切蔗机、撕裂机达到高度破碎，然后用热水逆流渗淋将蔗糖分逐步提取出来。此法已在部分糖厂中使用。

清净　有三种传统的清净方法，即石灰法、亚硫酸法和碳酸法。制造原糖多采用石灰法，即在混合汁中加入一定量的新配制石灰乳，同时加热使部分非糖沉淀。加灰糖汁连续通过多层式沉降器分成清汁和泥汁。后者经过滤机滤清后并入清汁一同送往蒸发工段。石灰法清除的色素等杂质较少，一般只能制得赤砂糖和黄糖。

中国多数甘蔗糖厂都采用亚硫酸法直接制造耕地白糖。该法中混合汁经预加灰、加热、连续通入二氧化硫气体进行硫熏，再加石灰乳中和同时产生亚硫酸钙沉淀，使一部分胶体非糖和色素被沉淀吸附，然后再次加热使胶体脱水。同时降低亚硫酸钙的溶解度和糖汁粘度，最后通过沉降、过滤等工序得出清糖汁送往蒸发工段。部分甘蔗糖厂还采用一种类似于甜菜糖厂通用的碳酸法进行清净。

蒸发浓缩　清糖汁经预热后连续通过3～5个串联的汽鼓式多效蒸发罐。第一效蒸发罐利用糖厂动力车间的汽轮机排出的废汽通入汽鼓，蒸发糖汁。同时产生汁汽（即二次蒸汽），其余各效蒸发罐依次使用前一效的汁汽，以便降低煤耗，从最后一效蒸发罐出来的糖浆已浓缩到60～65锤度（°BX）即可送往煮炼结晶工段。

煮炼、助晶和分蜜　糖浆抽入真空煮糖罐继续蒸发到一定的过饱和度，此时投入糖粉起晶，再继续入料（糖浆或糖蜜）煮炼，使晶粒不断养大，直到煮炼成一罐含晶率和母液浓度都符合规格的糖膏（即蔗糖晶粒和糖蜜的混合物），首次煮炼出的为甲糖膏（甜菜糖厂称一糖膏）。甲糖膏经助晶槽进入离心分蜜机，分出糖蜜（甲原蜜或一原蜜）。分蜜时用少量水或蒸汽喷洗去残留母液即得甲糖（或称一砂糖）和甲洗蜜（一洗蜜）。甲糖卸出后经干燥、筛选、包装即为成品白砂糖。甲蜜（甲原蜜和甲洗蜜）中还含有不少糖分，须经过第二次、三次的煮炼。甲原蜜和甲洗蜜分别贮在蜜箱中供第二次煮炼，煮得乙糖膏，经分蜜后得乙糖（二砂糖）和乙原蜜（二原蜜）。乙糖质量较甲糖差，一般经回溶后再煮甲糖。乙原蜜（有时配有适量的甲原蜜或甲洗蜜）经过第三次煮炼煮成丙糖膏（三糖膏）。丙糖膏必须经过较长时间的助晶，才能使母液中糖分降到最低限度，以便提高总糖分收回率。此后经过分蜜，得出丙糖或黄糖（即赤砂糖），它可作为质量较差的成品出厂，也可回溶煮甲糖。从丙糖膏中最终分出的丙原蜜即废蜜，其中除糖分外，还有各种氨基酸和矿物质，是一种近于理想的发酵工业原料，也可作为饲料。

甜菜制糖　切削后的甜菜块根先经流送沟借水力送入车间，再用泵升运至洗菜机，充分洗去泥土污物，通过切丝机切成横断面呈"V"形的菜丝，经称重后，连续进入渗出器与热水逆向对流使菜丝中的糖分和可溶性非糖分扩散入水得渗出汁，经除渣、计量后送往清净工段。在渗出器内被充分提取糖分后的菜丝称为废丝或废粕。

甜菜制糖中的清净多用双碳酸法，即在渗出汁中先加少量石灰乳（预灰），加热后再加足量的石灰乳（主灰），随即通入二氧化碳气体，产生大量碳酸钙沉淀，借此吸附足量的非糖分，一并过滤除去。滤清汁加热后再次通入二氧化碳气体以除去残余的钙盐，经过滤，随后通入二氧化硫气体进行硫漂以降低pH值，同时降低粘度和色值，再由袋式滤机滤出稀清汁。此后的加热、蒸发、煮炼、助晶、分蜜、干燥等工序和甘蔗制糖相同。

原糖精炼　由含糖分96～97%的原糖（粗糖）精炼成含糖99.8%以上的精糖的生产过程。原糖加糖蜜洗涤，离心分蜜后得洗糖和洗蜜。洗糖加水回溶得糖浆，经提净、脱色等工序得纯度更高、色值更低的精糖浆，再经一系列的煮炼、助晶、分蜜、干燥便得精糖成品。其工艺过程见图2。回溶糖浆的清净方法一般是采用磷酸石灰法或碳酸法；脱色常用骨炭或活性炭吸附或离子交换等方法。煮炼与生产白砂糖的情况基本相同，但要经过4～6次的煮炼才能充分提净母液中的糖分。精糖是最优质的食糖。

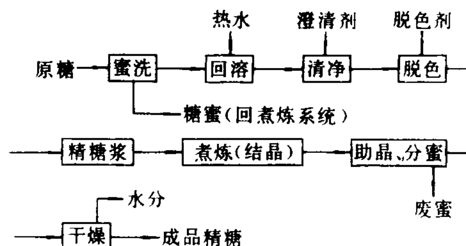


图 2　原糖精炼工艺流程

食糖产品除主要的白砂糖、赤砂糖外，还有绵白糖、方糖、冰糖、液体糖、速溶糖等，其制法各有不同：①绵白糖。中国以甜菜糖生产绵白糖。制法基本同白砂糖，只是在煮炼中起晶的粒子更小，养晶时间要短，分蜜后加上2%的转化糖浆，再经干燥、粉碎得出晶粒细、绵软和不结块的产品。②方块糖。精糖的一种。煮炼养晶使晶粒大小适度，分蜜时糖粒表面保留少量水分，随即趁热将湿糖压条然后切块，再经干燥即成。③冰糖。一般采用静置结晶法而得。用白砂糖加水溶化、煮沸、加入少量豆浆或卵白，借助蛋白质的热凝固作用进一步除去其中的杂质，过滤得清糖汁，放在敞口锅内熬成糖浆后，盛入结晶容器中，并置少量铅丝圈作诱导起晶之用。容器放在一间严格控制温湿度的结晶室内，让水分缓慢挥发，糖分即围绕晶核结晶，逐渐养大。经过10天左右便结成大型糖块，

经分蜜、干燥即得成品冰糖。④液体糖。将精糖加水溶解或用糖浆加少量粉末活性炭过滤均可制得液体糖。液体糖加酸使其中50%左右的蔗糖转化为葡萄糖和果糖，这种混合物称为液体转化糖。⑤速溶糖。用喷雾成糖方法生产的糖产品。糖液经离子交换树脂脱色、脱钙后，经喷雾干燥而成。糖粒具有多孔性，在水中的溶解速度一般比白砂糖快6倍左右。

副产品利用　制糖过程中的副产品有蔗渣、甜菜废丝、滤泥和废蜜。蔗渣可直接作为糖厂的燃料，也可用来生产纤维板、造纸、人造纤维、糠醛等产品，还可用作食用菌的培养基。废丝可作饲料或干燥制成颗粒粕(干饲料)，也可制取果胶、食品增稠剂、半乳糖醛酸等。甘蔗糖厂的滤泥可用来提取蔗蜡、蔗脂或作肥料之用。而甜菜糖厂之滤泥则可用来制作石灰、水泥或肥料。废蜜的用途最广，可直接用作饲料和酱色，废蜜经过发酵则可生产酒精、丙酮、丁醇、谷氨酸、柠檬酸、赖氨酸、乳酸、酵母、甘油等多种发酵产品。用甘蔗废蜜发酵制成40度酒精性的饮料称为兰姆酒(Rum)。

参考书目

无锡轻工业学院、华南工学院编著：《甘蔗制糖工艺学》，轻工业出版社，北京，1982。

大连轻工业学院、齐齐哈尔轻工业学院合编：《甜菜制糖工艺学》，轻工业出版社，北京，1982。

(向瑞春　王　策)

中稻　见水稻季节生态型。

中耕 (intertillage)　作物生育期间在株行距间进行的松土除草作业。也称锄地、蹚地、耪地、铲地、耘耥等。通过耕具在土壤表层的机械作用，创造一个疏松的表土层，协调土壤与作物在空气、温度、水分、养分的供求关系，并有除草、促进根系下扎、吸收和抑制作物生长、防止倒伏的作用。中耕的农机具有大小形状不同的锄、镢、耠、耘锄、中耕机等。

在不同的气候土壤条件下，和作物的各生育期，中耕的作用是不同的。如在早春低温下，中耕可松土、通气、提高地温。如棉花在出苗前中耕，促进早出苗；在小麦苗期中耕，促进早发。在干旱情况下，土壤板结，浅中耕可在地表造成疏松的隔离层，切断土壤毛管水上升，减少土壤水分蒸发，起保墒作用。在播种后出苗前遇雨，雨后中耕可破除板结，促进通气、渗水，提高地温，助苗出土。在盐碱地上，春季土壤水分蒸发多，盐碱常积聚在地表。雨后，特别是小雨后，高浓度的盐碱，常造成大量死苗，及时中耕可减少地表蒸发返盐，防止因盐碱集中而伤苗。在春播谷类作物定苗后，以及冬小麦苗期，深中耕可促进根系下扎，控制植株生长，有耐旱、防倒作用。高秆作物在拔节至孕穗期间，结合追肥进行中耕培土，有埋肥、防倒、增加土壤渗水、蓄水作用。在抽穗开花后中耕，有除草、保墒、通气、增温、促进根系吸收和早熟、增产等作用。在土壤水分过多时，深中耕有通气、散墒作用。在棉花旺长时，深中耕有断根、抑制生长的作用。

中耕的一般规律是苗期浅耕，中期深耕，后期又浅耕。如禾谷类作物，苗期因土松苗小，浅中耕3～5厘米；拔节至抽穗期，土壤逐渐紧实，为了促进根系下扎和蓄水、培土，可深中耕达10厘米左右；抽穗后，根系在地表层分布较多，中耕宜浅。

(王树楼)

中国出版的农作物期刊 (field crop sclence periodicals in China)　中国出版农作物期刊是近代史上的事。最早出现的是1897年上海务农会创办的《农学报》。至1917年，在上海成立了全国性的中华农学会，翌年即出版《中华农学会报》(1918～1948年)，该刊历史最久，30年总共出版190期，发表论文2 500余篇。其中有很多农作物方面的论文，如夏成吉的《五谷考》(1919)，沈宗翰的《选种为改良棉业之捷径》(1920)，金善宝的《有芒小麦与无芒小麦之研究》(1929)，杨开渠的《再生稻研究》(1940)等。1921年第22期还出版有"稻作专号"。此外，南京中央农业实验所的《农报》季刊、1947年在上海成立的"中农社"(全称为中国农业科学研究社)出版的《中农通讯》、《中农月刊》等，也都经常发表有关农作物方面的论著。

农作物单科专业刊物，有中华稻作协会的《中国稻作》、棉产改进咨询委员会的《中国棉业》以及《烟草》、《园艺》等。各大学农学院也出版刊物，如《农林新报》(金陵大学农学院)、《农声》(中山大学农学院)、《农学月刊》(北平大学农学院)等。丁颖教授著的《中国作物原始》、《谷类名实考》以及考证中国水稻起源的重要论文，最初就是发表在《农声》上的。

据不完全统计，中国在1949年解放前出版过的农业科技期刊约近百种。1949年以后，农业科学技术蓬勃发展，随之适合于不同专业、不同层次的农业科技期刊相继出现，其发展速度之快、品种之多前所未有。归纳起来，主要有三类。

综合性期刊　包括多种作物的刊物，主要有《作物学报》，创刊于1961年，季刊，是由中国农科院作物育种栽培研究所主办、中国作物学会编辑、中国农学会出版的学术性刊物。此外尚有中国热作学会、华南热作科学研究院、华南热作学院联合主办的《热带作物学报》(季刊)，中国农科院作物育种栽培研究所与中国作物学会主编的《作物杂志》(季刊)，中国作物学会遗传资源研究会与中国农科院品种资源研究所编辑出版的《作物品种资源》(季刊)，中国种子协会与黑龙江省种子协会主办的《种子世界》，贵州省作物学会主编

的《耕作与栽培》等。

专业性期刊　是反映单科性的专业刊物，主要有中国农科院各研究所出版的科技刊物，如《中国棉花》(双月刊，棉花所)，《中国油料》(季刊，油料所)，《中国麻作》(季刊，麻类所)，《中国甜菜》(季刊，甜菜所)，《中国烟草》(季刊，烟草所)，黑龙江省农科院主办的《大豆科学》(季刊)，山东省花生所主办的《花生科技》等。

国外农学丛刊及文摘　这些是介绍国外农作物生产、科研情况的刊物，包括《棉花》(双月刊，中国农科院棉花所主办)，《麦类作物》(双月刊，陕西省农科院主办)，《甘蔗》(季刊，福建农学院主办)，《甜菜》(季刊，中国农科院甜菜所)，《油料作物》(季刊，中国农科院油料所主办)，《向日葵》(季刊，辽宁农科院主办)，《杂粮科学》(季刊，辽宁农科院、沈阳农学院主办)，《水稻》(双月刊，由中国水稻所、浙江农科院、浙江农大联合主办、中国水稻所编辑，内容包括综述、专论、研究报告、考察等)，《大豆文摘》(季刊，吉林省农科院主编)以及《麦类文摘》(双月刊，河南农科院主编)等，主要转译国外文摘有关大豆文献，后两者也有国内文献摘登。(王永厚)

中国大豆品种分类 (classification of Chinese soybean cultivars)　在大豆区划的基础上，以某些形态生理性状为依据，区分大豆品种，并按一定标准和程序予以分群归类。分类原则以品种性状在原产地表现为依据，用反映品种类型的生态适应性和在生产上有实用价值的重要性状为分类性状，并能反映出中国大豆品种资源全貌，展示大豆品种的进化方式、地理分布和区域适应规律。

中国根据地区和栽培制度分为：北方春大豆型、黄淮春大豆型、黄淮夏大豆型，南方春大豆型、南方夏大豆型、秋大豆型和冬大豆型。

根据籽粒颜色、生育日数和籽粒大小，在型下分“群”。粒色分为黄、青(绿)、黑、褐(茶)和双色(鞍挂或虎斑)五种。生育期按各栽培区各型实际生育日数而划分，分为极早熟到极迟熟。粒大小分为大粒(百粒重18克以上)，中粒(百粒重12～17.9克)，小粒(百粒重11.9克以下)。

群下按结荚习性、茸毛色和花色分为类型。结荚习性分为有限、无限和亚有限结荚习性。花色分紫花和白花。茸毛色分灰毛、棕毛和无茸毛。

分类性状应是表现稳定而易于鉴别的性状。已将编入目录的6 500余份中国大豆种质资源分成300群，1 000个种类型。这种分类对区分品种、分类检索、查找品种都是很有用处的。(王国勋)

《中国大豆品种志》(*Records of Chinese Soybean Cultivars*)　由吉林省农业科学院大豆专家张子金主编，组织了全国23个省(自治区、直辖市)的45位专家编写。共编入生产上重要与较重要的品种907个，每个品种都附有标本照片。1965年以前未经过生产考验的一些新育成品种，以及天津、甘肃、云南、西藏、台湾等省(自治区、直辖市)，由于材料欠缺未能编入。品种目录前有编辑说明，大豆品种性状分级标准及术语说明，中国大豆品种概述等篇。目录后附有品种索引，按品种名称首字根据笔画排列，并简要注明该品种分布地区及特点。

1985年由农业出版社出版，768页，1 060千字。(卜慕华)

《中国大豆育种与栽培》(*Soybean Breeding and Cultivation in China*)　一部以总结1949～1983年中国大豆科学研究和大豆生产经验为内容的专著。由吉林省农业科学院主编，组织国内部分大豆科研人员集体撰写。

本书分三部分：第一部分为总论。论述了大豆起源于中国及其向国外传播；中国古代大豆栽培历史及当代大豆科研和生产的成就；对大豆的化学成分和用途列专章加以阐述。还论述了中国大豆栽培区域和大豆的形态结构及生物学基础。第二部分为品种。在论述了中国大豆生态类型的地理分布规律之后，并按照大豆栽培区域进行了大豆品种的分类，共分为333群和若干类型，体现了中国大豆品种资源丰富多彩。其后论述了大豆遗传理论基础及大豆育种和良种繁育，重点阐述了1949年以来中国大豆育种的成就。第三部分为耕作栽培。在论述轮作、耕地、播种、施肥、合理密植、田间管理、收获脱粒贮藏之后，还重点论述了中国大豆的主要病虫害及其发生规律和防治措施。

1987年由农业出版社出版，全书728千字，有表224张，插图82幅，彩图22幅。(张子金)

中国稻作区 (rice regions in China)　根据中国稻作在地域分布上的相似性和差异性而划分的稻区。中国稻作分区以**周拾禄**(1928年)、**赵连芳**最早开始研究，其后蒋名贤(1948年)根据稻作区域试验和调查结果，将全国划分为10个稻区。但当时的分区标准并不明确。**丁颖**(1957年)以地区生态条件、种植制度和稻种类型三者结合的方法，将全国划分为6个稻作带，并编入1961年出版的《中国水稻栽培学》，为我国稻作区划奠定了基础。70年代以来，根据稻作生产和研究工作的进展，在原有6个稻作带的基础上，把原依行政区域分带改为按自然生态和经济技术条件的地域特点分区，修正了各区的分界线和命名，并充实了一些生态描述(见图)。

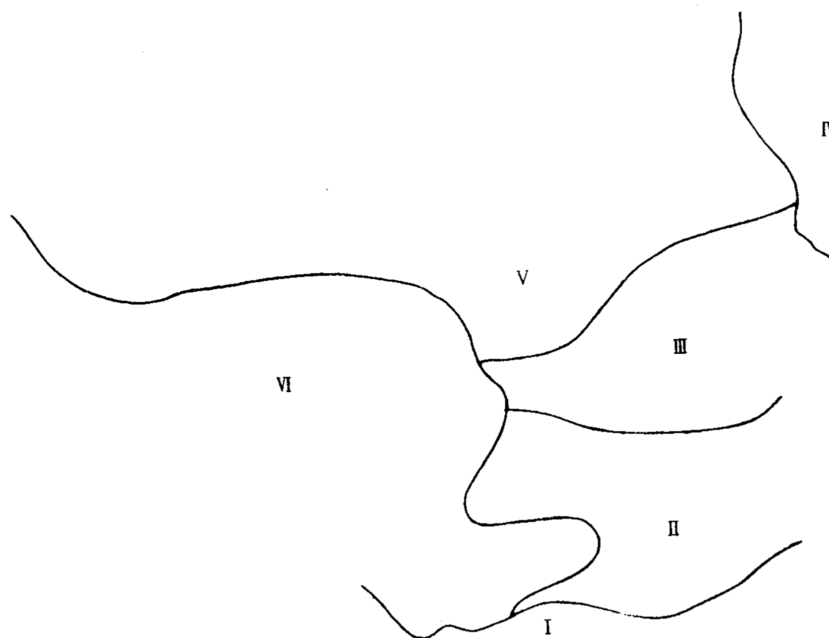
华南湿热双季稻作区　位于南岭以南，包括云南

省西南部，广东省、广西壮族自治区的中、南部，福建省东南部，台湾省以及南海省等地。本区稻田约占全国稻田面积的17%，稻谷产量约占全国稻谷总产的16%，均居全国第二位。

本区属热带和南亚热带湿润季风气候，高温多湿。稻作期间日平均气温 22～26℃，日较差 5.4～8.1℃，≥10℃的积温6 500～8 000℃。稻作生长季达260天以上，山区比同纬度平原短5～10天。早稻安全播种期：2月中旬至3月中旬；海南省南部可在12月播种，全年都能种稻，是中国水稻育种加代的重要基地；丘陵山地随海拔每增高100米，播种期推迟3～7天。晚稻安全齐穗期：9月下旬至10月底；丘陵山地随海拔每增高100米，提早2～5天。稻作期间总日照时数1 400～2 000小时，日照百分率40～60%，且由南向北递减；光合辐射总量40～50千卡/厘米^2，由南向北，自东到西递减，海南省为全国最高值。稻作季节雨量充沛，总降水量1 100～1 600毫米，但时空分布不匀，丘陵台地有明显春、秋干旱。土壤多为冲积土、砖红壤、赤红壤等发育而成的水稻土。种植制度以双季稻为主，占稻田面积80%以上。海南省南部的陵水、崖县有少量三季稻和冬稻种植。稻田复种轮作方式多样，有以双季稻与冬作物复种的一年三熟制；有休闲田种植双季稻；有单季稻与甘薯、大豆、花生、甘蔗、黄麻等旱作物，复种的一年两熟制；有稻作与旱作实行年间轮换的水旱轮作制。稻作品种以籼稻为主，山区和台湾省有粳稻种植。本区常有早稻播种和开花期间的低温阴雨，晚稻出穗、灌浆期的"寒露风"，春、秋干旱，夏季台风暴雨以及交替出现的病虫危害等。

华中湿润单、双季稻作区　位于淮河、秦岭以南，南岭以北。包括江苏、安徽省的中、南部，河南、陕西省的南缘，四川省东半部，浙江、湖南、湖北、江西诸省及上海市的全部，广东省和广西壮族自治区北部，福建省的中、北部。本区稻田约占中国稻田面积的65.5%，稻谷产量约占中国稻谷总产的66%，均居全国首位。

本区属中亚热带和北亚热带湿润季风气候，温暖湿润，四季分明。稻作期间日平均气温21～25℃，日较差6～10℃；≥10℃积温4 500～6 500℃，由南而北递减，东西差异不大；四川盆地南部积温稍多于同纬度的长江中、下游地区；丘陵山地海拔每升高100米，



中国稻作分区

注：Ⅰ.华南湿热双季稻作区；Ⅱ.华中湿润单、双季稻作区；Ⅲ.华北半湿润单季稻作区；Ⅳ.东北半湿润早熟单季稻作区
Ⅴ.西北干燥单季稻作区；Ⅵ.西南高原湿润单季稻作区。

积温减少100℃左右。稻作生长季为200～260天，丘陵山地短于同纬度平原。早稻安全播种期：3月中旬至4月中旬，由北而南逐渐提早；丘陵山地随海拔每增高100米，推迟3～4天。四川盆地因有秦岭、大巴山对寒流的阻挡，春温回升早于东部沿海地区，早稻播期比同纬度长江中、下游地区要早10～15天。晚稻安全齐穗期：9月初至10月上旬，四川和汉中盆地比同纬度平原提前5～10天。稻作期间日照总时数900～1 600小时，以四川盆地最少；日照百分率30～50%，北多南少，沿海又少于内陆。稻作期的光合辐射总量30～48千卡/厘米²，沿海与山地丘陵，因云雨较多，总辐射量偏少。稻作生长季节总降水量为750～1 300毫米，北少南多，差异较大。平原为冲积土，土质肥沃；丘陵山地多由红壤、黄壤发育而成的水稻土，土质粘性大，有机质含量低，酸性强；低洼地区地下水位高，土壤次生潜育化严重。种植制度为单季稻、双季稻的过渡地带。北部沿淮和鄂北一带为单季稻区；中部的苏南、浙北平原、皖中平原、鄂中丘陵平原、汉中盆地及四川部分盆地为双季稻与单季稻混栽地区；再向南移，双季稻面积显著增多。丘陵山区的种植制度，因地域和海拔不同而有差异。中部的浙北、皖南海拔在300米以下，南部福建在500米以下，一般都可种双季稻。品种以籼稻占多数，杂交籼稻占有很大比重。太湖平原的单季稻和双季晚稻采用粳稻。本区由于气候的不稳定性，水、旱、风、雹及高、低温等多有发生。同时，病虫害种类多，常在生产上造成损失。

华北半湿润单季稻作区　位于秦岭、淮河以北，长城以南。包括辽宁省的辽东半岛，北京、天津两市，河北省的张家口至内蒙古自治区多伦一线以南部分，山西省全部，陕西省秦岭以北的东南大部分，宁夏回族自治区的固原以南的黄土高原，甘肃省兰州以东，河南省中北部，山东省全部，以及江苏、安徽两省的淮北地区。稻田面积约占中国稻田面积的8%，稻谷产量约占中国稻谷总产量的8%。

本区属暖温带半湿润季风气候，春季温度回升缓慢，秋季气温下降较快。稻作期间日平均气温19～23℃，东部高于西部，南北差异较小；日较差10～14℃；≥10℃的积温为3 500～4 500℃，自南向北，由东向西逐渐减少。稻作生长季为140～200天，华北东部长于西北部和辽东半岛。安全播种期为4月10日至4月25日；安全齐穗期，8月上旬至8月中下旬。稻作期间日照时数为1 200～1 600小时，日照百分率46～60%，以华北平原为多。稻作生长季的光合辐射总量为35～42千卡/厘米²，自西向东逐渐增大，海河一带为本区的高值区。稻作期间降水量一般为400～800毫米，东南多于西北，西部的兰州只有288毫米。降水季节分布不匀，春雨特少，主要集中在6月至8月，年际变率较大，多雨年平原洪涝成灾，少雨年干旱严重，致使稻作面积难以稳定。土壤是由草甸土、盐碱土，部分为褐土、栗钙土等发育而成的水稻土。其淋溶作用小，富含速效性矿物质养分。但因蒸发强烈，低地表土极易泛盐。陕西省关中及山西省汾河下游冲积平原，土壤疏松肥沃。种植制度以单季稻为主，淮北平原、海河地区多以一熟稻和麦稻两熟搭配种植；辽东半岛以一季中粳为主。品种在北部以早熟或中熟中粳为主；南部地区采用中籼、杂交籼稻。

东北半湿润早熟单季稻作区　位于辽东半岛西北，长城以北，大兴安岭以东地区。包括黑龙江省东部，吉林省，辽宁省的中北部。稻田面积约占全国稻田面积的2.5%，稻谷产量约占全国稻谷总产的3.0%。本区单产较高，米质优良，是商品优质米产区之一。

本区属中温带和寒温带半湿润季风气候，夏季温和湿润，冬季严寒漫长。稻作期间日平均气温17～20℃，日较差12℃左右；≥10℃积温小于3 500℃。黑龙江省北部只有2 000℃。稻作生长季110～160天，为全国最短。安全播种期自南向北为4月25日至5月25日。安全齐穗期为7月20日至8月15日。稻作生长期总日照时数1 000～1 250小时，日照百分率55～60%，光合辐射总量24～35千卡/厘米²，自北向南递增。降水量只有300～600毫米，西部少于东部。水分不足乃是影响稻作生产的主要限制因子。土壤多为草甸土、沼泽土、白浆土、盐碱土等发育而成的水稻土。种植制度均为一年一熟的单季早粳稻。栽培方法已由直播向育苗移栽演变。品种为早熟早粳稻，南部为中、迟熟类型；北部为特早熟类型。低温冷害、秋涝春旱和稻瘟病等自然灾害，是使稻作生产不稳的主要因素。

西北干燥单季稻作区　位于大兴安岭以西，长城、祁连山、青藏高原以北地区。包括黑龙江省大兴安岭以西，内蒙古自治区，甘肃省西北部，宁夏回族自治区的大部，陕西省北部，河北省北部，新疆维吾尔自治区。稻田面积只占中国稻田面积的0.5%左右，稻谷产量占中国稻谷总产的0.4%左右。

本区属中温带大陆性干燥气候，降水稀少，气温变化剧烈，但日照充足，光能资源丰富。稻作期间日平均气温18～22℃，日较差是全国最大值区，达11～14℃，有利光合产物积累。≥10℃积温2 200～4 000℃。稻作生长季短，为120～180天，自北向南逐渐增加。安全播种期为4月15日至5月5日。安全齐穗期，地区差别很大，北疆7月中旬至8月初，南疆可到8月中下旬，河西走廊与银川平原7月下旬至8月上旬。稻作生长季日照时数为1 350～1 600小时，日照百分率除南疆的于田、和田外，均在65～70%，为全国最高值区；光合辐射总量为30～40千卡/厘米²，北部又比南部大。稻作生长季节降水量仅30～350毫米，为全国最少，其中又以南疆最少；东南部高原雨量略多，为200～350毫米。水源不足、霜冻早，是限制稻作生产

的主要因素。但光照条件好，昼夜温差大，有利光合物质积累，易获高产。土壤多为草甸土、沼泽土、盐碱土发育而成的水稻土。以单季稻为主，部分地区也发展了稻麦两熟，或稻、麦、旱秋作物轮换的两年三熟。稻作品种类型较多，河西走廊、银川平原以中熟早粳为主；北疆以早熟早粳为多；南疆可用早熟中粳。

西南高原湿润单季稻作区　位于中国大陆西南部。包括贵州省大部，云南省中、北部，四川省北部的甘孜、阿坝，青海省以及西藏自治区的零星稻区。稻田面积约占中国稻田面积的6.5%，稻谷产量约占中国稻谷总产的6.6%。

本区属亚热带和温带湿润和半湿润高原季风气候。气候类型呈明显的立体分布，2 800米以上地区已不能种稻。稻作期间贵州高原日平均气温18～24℃，日较差9～10℃，≥10℃的积温3 700～5 100℃；云南高原日平均气温17～21℃，≥10℃的积温3 000～6 000℃。稻作生长季只有190～220天，比同纬度华中稻作区少15～30天。贵州高原稻作安全播种期，3月底至4月中旬，比同纬度东部地区迟15～20天；安全齐穗期，8月下旬至9月上中旬，比同纬度东部地区提前15天左右。云南高原稻作安全播种期和安全齐穗期，分别比贵州高原推迟和提早15天左右。稻作期间总日照时数差异较大，贵州高原多云雾，光照不足，为950～1 100小时，日照百分率为30～38%，光合总辐射量为20～30千卡/厘米^2，为全国低值区；云南高原略高，日照总时数为1 050～1 440小时，光合辐射总量为25～30千卡/厘米^2；青藏高原与四川西南部高原山地，又多于云贵高原。稻作期间，大部分地区雨量充足，但时空分布不匀，春旱、伏旱、秋旱可在不同地区出现。贵州高原总降水量为850～1 000毫米，由南向北，自东向西明显递减，西部多春旱。云南高原，降水充沛，总降水量在1 100毫米左右，其地理分布，大致由北部中部向东、南、西三面递增；季节分配差异也很大，11月到翌年4月为冬、春干旱季节，降水量仅占全年降水量的15%，5月至10月为雨季，尤以6月至8月为多，占全年雨量的60%。藏南谷地雨量更少，仅300～450毫米，略多于西北稻作区，春旱是阻碍稻作生产的主要因素。土壤多由黄壤和红壤发育而成的水稻土。一般以单季稻的稻麦两熟为主。云南高原农业的垂直分布明显，海拔2 300米以上的高寒地带，有少量一年一熟的单季早熟粳稻；海拔1 400～2 300米的中暖地带，多为一年一熟或一年两熟的单季中粳稻；1 400米以下的低热区为一年两熟的单季中籼稻，间有部分双季稻，故有“立体”农业之称。贵州高原在海拔800米以下，可种植双季稻，并有较大面积的杂交稻。云南高原，稻作品种资源极为丰富，有世界稻种宝库之称。栽培品种按海拔高度形成自然的粳籼分界线。海拔2 000米以上为粳稻区；1 750米以下为籼稻区，介乎其间的，为粳籼混栽区。　　（方宪章）

《中国稻作学》（*Rice Science in China*）
全面介绍水稻现代科研成果和先进技术的理论专著。由中国农业科学院组织全国53位水稻专家编写，共17章。其中总论部分6章，育种部分4章，栽培部分7章。总论中叙述了稻的起源历史，举出了以云南高地为起源中心的现代论点。对种类繁多的原产中国稻种资源作了系统叙述。区划方面，在原划分的六个稻作带的基础上，将华中、东北、西北、西南四个带又各分成两个稻作区，共为10个区带。对耕作制度、生理生态、遗传各立专章加以介绍。育种方面，阐述了80年来的中国水稻育种进程，还重点介绍了处于国际领先的矮化育种、杂交水稻和花培育种的成就。栽培技术方面，将稻田土壤、育苗移栽、施肥与灌排、病虫草害的发生与防治、生理障碍、高产结构与诊断、直播技术、生产机械化等内容各为一章，既总括了中国农民的传统技术经验，又介绍了国外先进的科学技术。全书对不同学术观点力求客观反映，并提出了存在问题和展望，为国内稻作方面的重要学术著作。1986年由农业出版社出版，全书1 040千字，746页，有表361张，图149幅，彩图29幅。　　（娄希祉）

《中国甘薯栽培学》（*Sweet Potato Production in China*）　系统地论述中国甘薯生产的实践经验和科研成果的专著。由江苏省农业科学院和山东省农业科学院主编，组织全国甘薯科研单位和有关院校28位科技人员集体编写。

全书共分14章，首先论述了甘薯生产在中国国民经济中的意义，传入中国以来生产的发展概况，栽培经验和科学技术成就。继而将中国甘薯栽培地区划分为五个区，详尽地介绍各区的栽培制度，并从甘薯的生物学基础出发，应用现代科学理论阐明甘薯的生长发育规律及其与外界环境条件的关系，以及育苗、栽插、贮藏等各项措施在不同地区的合理运用，并进一步总结探讨大面积平衡增产及高额丰产栽培的一系列理论问题和实践经验，提出了比较切合实际和行之有效的增产措施。育种方面，除对目标方法进行探讨外，还介绍了当前大面积推广的78个品种。最后对甘薯的综合利用，从工业、饲用、食品加工三方面作了介绍。1984年由上海科学技术出版社出版。全书578千字。
　　（盛家廉）

中国甘薯种植区（distribution sweet potato in China）　甘薯在中国分布很广。南起的海南省，北到河北、陕西和宁夏等省（自治区），东北伸到黑龙江省东宁和尚志一带，西南至四川盆地西部边缘和云南、贵州省海拔较低的山地均有栽培。此

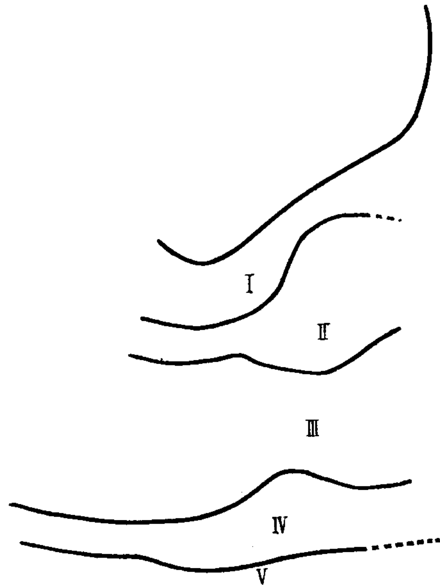
外、新疆维吾尔自治区的和田、石河子和吐鲁番，甘肃的武都地区以及西藏自治区的亚东，也有零星种植。全国分为五个产区（见图）。

北方春薯区　为斜跨东北、华北和西北边缘的一条狭长地带。北线西起宁夏回族自治区，向东穿过陕西省榆林，入山西省和河北省北部，经承德伸向东北地区，至黑龙江省齐齐哈尔以南一带；南线西起武都沿秦岭北麓经保定市、天津市到旅大市。本区属季风温带和寒温带，湿润和半湿润气候。除黑龙江省外，全年无霜期为150～210天，年平均气温8～13℃，生育期气温在16℃以上，6月至8月在20℃以上，生育期气温日较差10～15℃左右。全年总辐射量106～134千卡/厘米^2，年日照时数2 000～2 900小时，日照百分率45～66%。年降水量450～750毫米。栽培制度为一年一熟制以春薯为主，生育期130～140天，栽后60～70天有效薯数已基本稳定，100天左右茎叶生长达到高峰，随后薯块迅速膨大。此时北方日照足、温差大，产量较高而稳定。

黄淮流域春夏薯区　本区北线与北方春薯区南线相接，南线从陇南进入河南省沿淮河向东至苏北灌溉总渠。本区属季风暖温带半湿润气候。全年无霜期180～250天，年平均气温11～15℃，生育期5月至9月份平均20℃以上，生育期气温日较差9～15℃左右。全年总辐射量114～123千卡/厘米^2，年日照时数1 780～3 100小时，全年日照率46～70%。年降水量480～1 100毫米，东部偏多，西部较少，雨季多集中于6月至8月份。本区为两年三熟制，春、夏薯并重。春薯生育期150～180天，产量一般高于北方春薯。夏薯生育期110～130天，栽后20天根系基本长成，40天左右有效薯块数基本稳定，70天左右茎叶生长达高峰期。此后，茎叶生长趋于缓慢，生长中心转为薯块盛长阶段。夏薯宜作种薯和食用贮存。实行合理密植，是获得夏薯高产的基本措施。

长江流域夏薯区　指除青海省和川西高原以外的长江流域地区。本区属季风亚热带北部的湿润气候。全年无霜期225～310天，年平均气温13～19℃，6月至9月份平均气温22℃以上，10月份平均比黄淮春夏薯区高2～3℃，生育期日较差8～11℃左右。全年总辐射量83～124千卡/厘米^2，全年日照时数1 200～2 450小时，年日照率27～56%。年降水量780～1 800毫米，雨量分布，东部集中于春夏，西部则集中于夏秋。本区总辐射量、日照时数和日照百分率，在南北各薯区中最低。栽培制度以夏薯为主，生育期140～170天；本区也有部分春薯。

南方夏秋薯区　位居北回归线以北的一条狭长地带，并包括台湾省嘉义以北的地区。本区属季风副热



Ⅰ　北方春薯区
Ⅱ　黄淮流域春夏薯区
Ⅲ　长江流域夏薯区
Ⅳ　南方夏秋薯区
Ⅴ　南方秋冬薯区

中国甘薯分布

带中部和南部的湿润气候。全年无霜期290～350天，年平均气温18～23℃，生育期气温日较差7～10℃左右。全年总辐射量103～131千卡/厘米²，年日照时数1 500～2 140小时，年日照率34～48%，年降水量960～2 690毫米。本区北部以夏薯为主，南部以秋薯为主。秋薯栽后20天开始结薯，35天左右有效薯数基本稳定。70天左右茎叶生长达高峰，同时薯块亦加速膨大。栽后90～130天即进入薯块增长盛期。秋薯生育期短，适时早栽，才能获得高产。

南方秋冬薯区 位居北回归线以南的沿海陆地和岛屿，并包括台湾省嘉义以南的地区。本区属热带季风湿润气候。年平均气温18～25℃，无霜期325～365天，热季长达8～10个月，生育期气温日较差5～8℃左右，属昼夜温差最小的地区。全年总辐射量114～123千卡/厘米²，全年日照时数1 830～2 160小时。年降水量1 510～2 060毫米。本区夏季高温、多雨，秋冬气候较干旱，冬季寒潮侵袭也较频繁，对甘薯生长有一定影响。本区种植秋薯和冬薯均可越冬栽培，实行一年两熟制或三熟制。生长期间除12月至次年2月平均气温不足20℃外，其它月份多在20℃以上。冬薯生长过程与其它各季薯差别很大，常因冷害，以致产量不稳定。 （邵炳煦 徐国光）

《中国甘蔗栽培学》（*Sugarcane Production in China*） 一部全面介绍甘蔗栽培理论、实践经验和技术措施的专著。由王鉴明主编，由轻工业部甘蔗糖业科学研究所及广东省农业科学院组织编写。

本书以阐述中国甘蔗栽培技术经验为主，反映中国各类蔗区充分利用自然资源、人力资源和生产条件，实行轮、间、套种，采用保苗、剥叶，不同方法的育苗移栽，地膜覆盖，有机无机肥料结合等技术措施，提高甘蔗产量和糖分的情况。论述了糖厂与蔗区不同植期和早、中、晚熟品种原料蔗的合理布局等。探索以高产高糖为目标，良种与良法结合的甘蔗农业技术规范；制定原料甘蔗的按质论价制度；发展甘蔗和糖厂的副产品在农业经营上综合利用等。根据各省（自治区）的自然条件、甘蔗分布状况、糖厂的布局等提出中国蔗区的划分，论述各区的特点和建设甘蔗生产基地的可能性，指导蔗区合理调整布局和挖掘发展蔗糖生产的潜力。突出中国甘蔗栽培与制糖工业和综合利用的关系；阐述原料甘蔗科学管理方法、特点和经验。

本书还对甘蔗栽培的生物学基础、品种选育、栽培制度，主要病虫、草害的防除，作业机械、原料甘蔗的管理、果蔗的栽培等，进行了叙述。

本书共分27章72节，共568页，794千字，184个图表，51幅黑白插图，7幅彩色图，1985年5月由农业出版社出版。 （王鉴明）

《中国高粱栽培学》（*Sorghum Production in China*） 论述高粱在中国栽培的传统经验和近期的技术进展，介绍一些国外栽培技术；阐述高粱的高产规律以及产后的贮藏、加工、利用等专著。由辽宁省农业科学院高粱专家乔魁多主编，组织全国有关科研和教学单位部分高粱专家集体撰写。

在绪论中简介了高粱的主要特征、特性、用途及其经济价值和中国高粱生产的发展变化情况；系统地总结了中国高粱栽培的传统经验；分析了近30年中国高粱栽培技术发展概况和今后栽培研究的主要问题。

全书共17章，包含三个部分：第一部分，论述高粱栽培的基础理论与基本原理。包括中国高粱的来源、栽培分区、形态解剖、生理及生长发育与环境条件的关系等。第二部分，叙述主要农艺技术，按栽培分区的自然与经济条件，分别介绍了良种选用及其育种基本原理和方法；耕作与轮作；适期播种和播种技术；栽培密度和种植方式的确定原则；施肥方法和田间管理；主要病虫发生规律和防治方法；适期收获和各种特殊栽培技术等。第三部分，为产后技术，包括高粱籽粒的安全贮藏、加工技术、食用方法及综合利用等。1985年由农业出版社出版。全书500千字，书中附有图表。

（乔魁多）

《中国谷子品种志》（*Millet Cultivars in China*） 介绍中国谷子优良品种的志书。中国农业科学院作物品种资源研究所与山西省农业科学院共同主编，组织全国部分谷子专家集体编写。

全书编入北起黑龙江，南至广西共17个省、自治区、直辖市的422个谷子（粟）品种，包括栽培历史悠久的有代表性的农家品种，在生产上曾经种植或正在推广的品种，一些地方特有的名贵品种，以及具有特殊性状和利用价值的稀有品种。附有标本照片415帧。

对每个品种的性状描述有：品种来源，植物学特征，生物学特性，栽培要点，分布地区及利用情况。还附有95个品种子实的14种氨基酸含量与89个品种子实的维生素A、B_1、B_2含量的测定资料。

1985年由农业出版社出版，全书453千字。

（许运天）

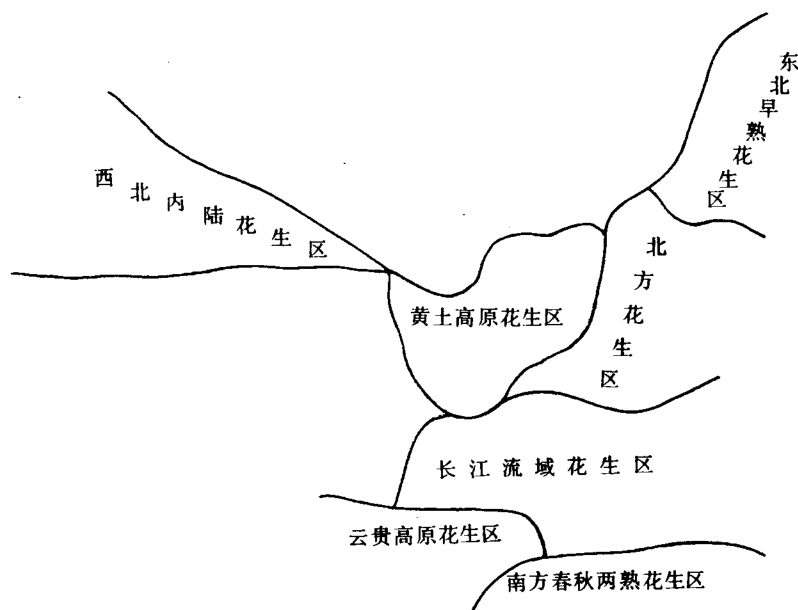
《中国谷子栽培学》（*Foxtail Millet Production in China*） 系统阐述中国谷子（粟）的栽培技术及其理论基础的专著。由山西省农业科学院主编，组织全国主要谷子科研单位的26位科技人员集体撰写。全书共分19章，第一章简要介绍了中国谷子生产概况、国民经济意义和主要成就。第二至第八章为基础理论部分，在广泛吸收国内外科学研究新成果的基础上，对谷子起源于中国提供了确切的证据；比较系统地论述了中国谷子的形态建成、生育规律、合理

群体结构、生理特性及与外界环境的相互关系。同时对中国谷子的栽培区划和品种资源利用与分类提出了科学依据。第九至第十九章为栽培技术部分，从轮作整地到收获贮藏，比较完整地阐述了中国谷子栽培的各个环节，尤其注意介绍高产经验中的突出措施和大面积上推广的行之有效的技术。1986年由农业出版社出版，全书近500千字。配有各种插图150余幅，书末附有比较完整的参考文献。　　（陈家驹　古世禄）

中国花生区划 (peanut regions in China)　根据中国各地的地理条件、气候因素、栽培制度和品种类型、分布特点，将花生产地划分为七个自然区域（见图）。

北方花生区　位于32°N～42°N之间，包括山东、河北、辽东半岛、辽西走廊、北京、天津、豫北和豫东、晋南、苏北、皖北地区及陕西渭河流域。据1979年统计栽培面积占全国花生总面积的54.25%，大多数栽培在海拔50～200米的地区。土壤多属花岗岩、片麻岩或页岩风化所形成的沙砾土和河流的冲积砂土。年平均气温11～14℃，无霜期180～230天，年降水量450～900毫米。除部分连作（一年一熟）外，多采用一年一熟隔年轮作和两年三熟轮作制度，主要轮作方式有：春花生→冬小麦→夏甘薯（夏玉米、禾谷类或豆类）和冬麦→套种或夏播花生→春玉米（甘薯或禾谷类）二年三熟轮作。随着生产条件的改善和珍珠豆型花生面积的扩大，两年三熟轮作制的面积不断扩大。花生间作玉米，玉米、甘薯、幼龄果树等间作花生，以及冬麦套种花生，集中分布在黄淮流域，并有逐步扩展的趋势

南方春秋两熟花生区　位于18°N～26°N之间，包括南岭、戴云山以南的广东、广西、台湾省（自治区）、湘南、赣南和闽东南。据1979年统计栽培面积占全国花生总面积的28.09%。多栽培在海拔50米左右的地区，土壤多为红、黄壤和冲积砂土。年平均气温20～25℃，无霜期310天以上，年降水量1 500～2 000毫米。丘陵旱地多为两年四熟或三年四熟轮作，稻田多为一年二至三熟或二年五熟轮作，花生轮作周期以2～3年为主。本区以春花生为主，秋花生为次，有少部分夏花生，南部地区还可种植冬花生；花生水稻水旱轮作面积占花生总面积约30%；复种指数高。主要轮作方式有：春花生－晚稻－冬甘薯（蔬菜、豆类）→早稻－秋花生－蔬菜或休闲和春花生－晚稻－冬甘薯（小麦、豆类、蔬菜）→早稻－晚稻二年五至六熟轮作；春花生－甘薯→玉米（豆类、红麻）－甘薯一年二熟隔年轮作；春花生－水稻（旱地甘薯）→甘蔗→甘蔗三年四熟轮作。间作主要有花生间作豆类、玉米和甘蔗、木薯、幼龄果树等间种花生。套种主要有秋植花生套种甘蔗、



中国花生产区的划分

甘薯等。

长江流域花生区　位于26°N～34°N之间，包括四川、湖北、上海、浙江、苏南、皖南、豫南、陕南、湘北、赣北和闽北。据1979年统计栽培面积占全国花生总面积14.25%。多栽培在海拔50～300米的地区。土壤为红、黄壤紫色土和砂土。年平均气温15～19℃，无霜期240～330天。年降水量800～1 800毫米。

本区丘陵地、冲积沙土地以与粮食作物的一年一熟或二年三熟轮作的春花生为主；在地力较肥的土地以一年二熟、二年三熟或三年五熟为主，花生多与冬种作物套种或作为夏收作物的后作，而形成春夏交作的种植方式：冬小麦→套种或夏播花生－冬小麦→夏甘薯（或夏玉米）和春花生－冬麦→夏甘薯－绿肥一年二熟隔年轮作；冬麦（油菜、豌豆）→套种（或夏播）花生－冬小麦→豆类－甘薯三年五熟轮作。间作主要有花生间作甘薯、玉米和幼龄果树、桑树、油茶等间作花生。套种主要有冬麦、冬作物套种花生，占花生播种面积60%以上，并有花生套种甘薯。

除以上三个主产区外，还有云贵高原花生区、东北早熟花生区、黄土高原花生区、西北内陆花生区。这四个区据1979年统计栽培面积只占总面积的7.46%，但均具有各不相同的发展潜力，将陆续形成中国花生生产的新产区。　（王在序　陈朝庆）

《中国花生栽培学》（*Peanut Production in China*）　全面介绍**花生**栽培理论与技术措施的专著。初版由前中国农业科学院花生研究所主编，组织全国29位花生科技工作者，在总结中国花生生产经验和科研成果的基础上集体撰写。其内容反映当时的综合性花生栽培技术。1961年由上海科技出版社出版。

经20年后，由于花生的生产、科研发展迅速，栽培理论与技术有了很大提高。因此，农牧渔业部委托山东省花生研究所（原主编单位）组织有关单位花生科技工作者20人重新改写，主编为王在序与白秀峰。全书分20章，以中国的花生科研成果和农民生产经验为主，参阅国外资料，系统地论述了花生的生产区划、植物性状、遗传学和育种技术，品种资源和新品种，良种利用和繁殖推广，耕作制度，水肥施用，病虫害防治等栽培管理技术，以及生产机械和加工利用等方面的内容。是当今反映中国花生生产和科研水平的较系统的专著。

1982年上海科技出版社出版修订本。全书336页，487千字，该书获得科技出版工作委员会主持的1982年度全国优秀科技图书一等奖。　（孙大容）

《中国绿肥》（*Green Manure Crops in China*）　中国第一部全面介绍**绿肥作物**的专著。由中国农业科学院土壤肥料研究所焦彬主编，组织国内部分绿肥专家和学者共同编写。

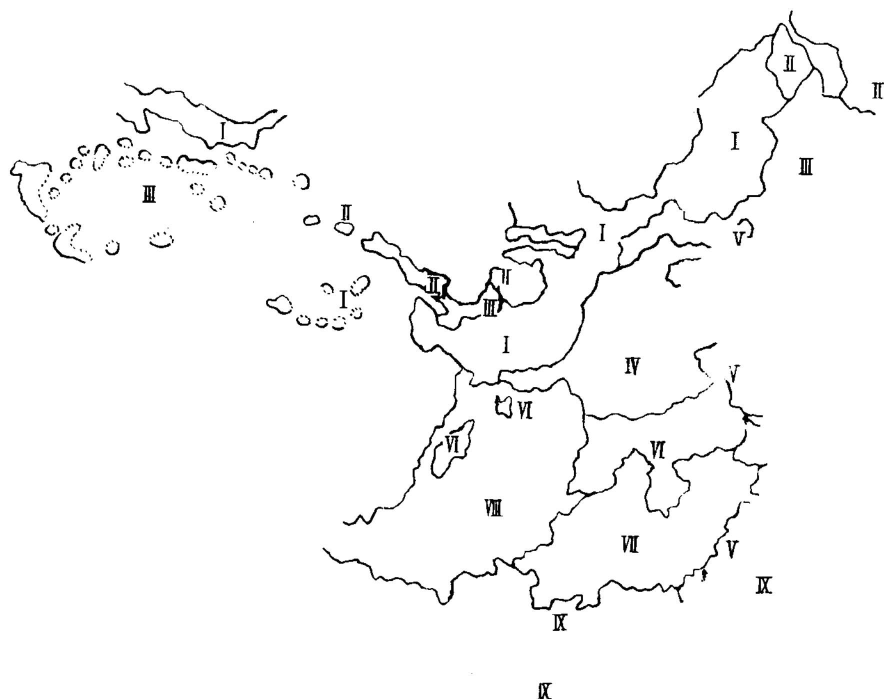
全书分为三篇二十八章。第一篇为总论，重点论述两千年来中国绿肥演变历史和发展成就；绿肥资源及种类分布；绿肥在农业生产中的作用；绿肥培肥地力和改良土壤的机理及效果，绿肥与土壤微生物的相互作用；绿肥在种植制度中的地位及种植方式；绿肥高产栽培的理论与实践；翻压利用绿肥的技术原理；茶、果园及热带林的绿肥利用技术；绿肥生产的农机具；绿肥的育种技术等十一章。第二篇为各论，共十六章，分别介绍了中国主要绿肥作物——紫云英、草木樨、苕子等46个种类的起源、分布、特征特性，栽培利用基础理论和应用技术。第三篇为区划，简要概述了中国绿肥的种植区域及其发展演变。书后附有中国绿肥区划图和中国主要绿肥的肥分表。

1985年由农业出版社出版，全书1 055千字。

（焦　彬）

中国绿肥区划（regionalization of green manures in China）　依据自然条件、社会经济条件等诸因素的相似性及差异，研究确定不同地区、不同种植制度下绿肥生产发展的途径、绿肥作物与主栽作物的配置比例以及因地选用适宜绿肥种类的一个专业性区划。可为国家制定农业生产总体规划和调整作物布局，指导发展绿肥生产提供科学依据。

中国绿肥划分为9个一级区和47个二级区（见图）。一级区：Ⅰ．北方粮草（肥）轮作区（含6个二级区），是中国东北西部、华北、西北北部温带、寒温带半干旱或干旱地区。主要地貌是低丘山岗、山麓坡地、河谷平原，耕地土壤有机质大多在1.0%左右，有的低至0.5%。一年一熟，人均耕地多，耕作粗放，有轮休习惯，适宜粮食作物与绿肥牧草作物轮作。Ⅱ．北方春麦绿肥复套种区（含4个二级区），是中国春小麦集中产区，以平原、低丘为其主要地貌。耕地集中连片，土层深厚，自然肥力高，连年广种薄收，土壤肥力下降，有机肥料不足。热量条件，大部分地区是一年种一季有余，两季不足，所以麦收后复种一茬绿肥是该区发展绿肥的主要形式。Ⅲ．一熟粮肥间套种区（含6个二级区），为中国北方一年一熟、以种玉米、高粱为主的广大地区。属温带，主要地貌为丘陵、山地、平原、山间盆地。种植业以粮食为主，绿肥只能利用主作物的生长空间，采取间作套种的方式种植。Ⅳ．黄淮海及汾渭谷地粮棉肥（草）间套复种区（含6个二级区），是黄河、淮河、海河流域冲积平原和山西省汾河、陕西省渭河谷地等地区。处温带和北亚热带，可一年两熟或两年三熟。耕地复种指数高，绿肥作物与主作物间作套种，其次在一部分盐碱低产地区粮食与绿肥作物复种。Ⅴ．滨海稻麦肥（草）复种区（含3个二级区），地处中国渤海、黄海和东海之滨，主要地貌是冲



Ⅸ

中国绿肥区划图

Ⅰ.北方粮草(肥)轮作区；Ⅱ.北方春麦绿肥复套种区；Ⅲ.一熟粮肥间套种区；Ⅳ 黄淮海及汾渭谷地粮棉肥(草)间套复种区；Ⅴ.滨海稻麦肥(草)复种区；Ⅵ.长江流域稻麦棉肥(草)复套间种区；Ⅶ.南方丘陵谷地稻肥复种及茶果肥(草)间套种区；Ⅷ.西南山地丘陵粮肥(草)复间套种区；Ⅸ.华南双季稻蔗果肥(草)复间套种区

积和海积平原以及滩涂等。跨暖温带、北亚热带和中亚热带，区内各地水热条件差异明显，农作物熟制类型复杂，在水田上为绿肥、水稻或水稻、绿肥复种，在旱地上是麦、绿肥复种或粮食、棉花、绿肥间作套种。Ⅵ．长江流域稻麦棉肥(草)复套间种区（含4个二级区），为长江流域沿江冲积平原、湖滨平原、三角洲平原和丘陵谷地。跨北亚热带和中亚热带。作物年能两熟或三熟，复种指数高，主要适宜稻田复种冬绿肥。Ⅶ．南方丘陵谷地稻肥复种及茶果肥（草）间套种区（含4个二级区），是长江中、下游以南，珠江以北的山地、丘陵、山间盆地、河谷平原地区。属中亚热带湿润气候，适宜亚热带作物和双季稻生长。绿肥的种植，除水稻绿肥复种外，还有茶、果树间作绿肥，荒坡、隙地的多年生覆盖绿肥。Ⅷ．西南山地丘陵粮肥(草)复间套种区(含7个二级区)，是中国西南部以高原、山地、丘陵为主的农耕地区，旱地和坡地多，土层浅，肥力低，而且地块小而分散。属亚热带山地气候，一年可两熟或三熟，为培肥土壤，主要采取水稻或旱作物复种冬绿肥，其次是发展间套绿肥。Ⅸ．华南双季稻蔗果肥(草)复间套种区(含7个二级区)，为中国南部亚热带和热带地区。其地貌为山地、丘陵、平原、盆地和谷地。一年三熟，以水稻为主。因高温多雨，土壤有机质分解快，自然淋溶作用强烈，导致地力衰退。多为水稻、绿肥复种，其次是绿肥与各类作物的间作套种，在果园多作覆盖作物。

参考书目

焦彬、宋世杰、孙传芳：《中国绿肥区划》，贵州人民出版社，贵阳，1985年。

（孙传芳）

中国马铃薯区划 (regionalization of potato in China)　以不同地域所形成的栽作类型、马铃薯生物学特性及各地不同的地理气候条件为依据，找出不同栽培区域的自然分布界线，将全国划分为几个栽培区。为各区马铃薯生产发展方向、增产途径，以及因地制宜推广应用新的科学技术，提供依据。

马铃薯在全国各地均有分布，南自18°N的海南省，北至58°N的黑龙江畔，西自75°E的塔里木盆地，东至135°E的三江平原均有栽培，一年四季都有种植。

各地的栽培技术和留种方式多种多样，既有北方的春种秋收一作栽培，又有中原地区的春秋两作栽培；既有南方冬春的两作，又有西南地区一、二作的垂直分布类型。中原二作区，充分利用马铃薯生物学特性并结合当地条件，创造与积累了丰富的马铃薯与其它作物多种多样的间、套、复种的栽培技术经验。西南山区，喜马拉雅山、横断山一带，海拔3 000米左右的地区，生育期长(200天左右)，雨量充沛，近似于马铃薯原产地的生态条件，种薯和种子均能安全越冬是优质马铃薯的适宜栽培地区。中国马铃薯区划，分为四个栽培区。

北方一作区　从昆仑山脉由西向东，经唐古拉山、巴颜喀拉山脉，沿黄土高原海拔700～800米的地区到古长城，为本区南界，直至中国北部国界之间。包括黑龙江和吉林两省及辽宁省的大部(除辽东半岛外)地区，河北省北部、山西省北部、内蒙古自治区、陕西省北部、宁夏回族自治区、甘肃省、青海省东部和新疆维吾尔自治区的天山以北地区。无霜期在110～180天之间，年平均温度－4～10℃之间，≥5℃积温在2 000～3 500℃之间，年降水量50～1 000毫米，分布很不均匀。东北地区的西部、内蒙古自治区的东南部及中部狭长地带、宁夏回族自治区中南部、黄土高原西北部半干旱地带，雨量少而蒸发量大，干燥度(K)在1.5以上；东北中部和黄土高原东南部则为半湿润地区，干燥度多在1～1.5之间；而黑龙江省的大小兴安岭山区的干燥度只有0.5～1.0。由于本区夏季气候凉爽，7月份平均温度在24℃以下，日照充足，昼夜温差大，故适于马铃薯生育，栽培面积约占全国马铃薯栽培面积的50%左右，所产块茎的种性好，成为中国著名的种薯基地。

本区基本为一年一熟，属春种秋收类型。一般在4月至5月上旬播种，9月至10月上旬收获。适于栽培中熟或晚熟品种，为满足市场及出口需要也栽培一定比例的早熟品种。著名的中、晚熟品种有克新1号、克新2号、克新3号、虎头、跃进、同薯8号、高原7号和固红1号等；早熟品种有克新4号、东农303、北薯1号、春薯1号和辽铃1号等。栽培方式多为垄作，但在干旱地区也有平作，在平原地带宜于机械化栽培。

中原二作区　本区位于北方一作区南界以南，大巴山苗岭以东，南岭、武夷山以北各省。包括河南、山东、江苏、浙江、安徽、江西诸省，辽东半岛、河北、山西、陕西等省的南部，湖北、湖南两省的东部。无霜期在180～300天之间，年平均温度10～18℃之间，≥5℃积温在3 500～6 500℃之间，年降水量在550～1 750毫米之间，雨量主要分布在秦岭淮河一线以南的地区。本区夏季高温，最热月平均温度22～28℃，不



中国马铃薯种植区划

适于马铃薯生长，因而于2月下旬至4月上旬播种，5月下旬至6月上中旬收获，作商品薯生产，8月秋播到11月份收获作为留种栽培。春秋二季栽培是本区的基本栽作型。因南北纬度相差15°，播期很不一致，杭州一带为立春（2月初）前后，辽东半岛则为清明（4月初）前后进行春播；北部为8月初，南部为8月底进行秋播。多以早熟品种与棉花及粮食作物间套作。秋播时，播前需催芽（见马铃薯休眠），为防止秋播后薯块霉烂，宜采用小整薯催芽整薯播种的方式。

南方二作区　即苗岭、武夷山以南地区，包括广西壮族自治区、广东、福建、台湾等省。无霜期在300天以上，最长可达365天。年平均温度为18～24℃，≥5℃的积温在6 500～9 500℃之间。年降水量在1 000～3 000毫米之间，但马铃薯在本区系冬作，恰逢旱季，尚须灌溉。一般多利用稻作后的冬闲地在冬、春两季栽培。秋播的在10月下旬播种，12月末至翌年1月初收获；冬（春）播的为1月中旬（2月初）播种，4月上中旬收获。栽培的品种因留种方式不同而异，秋收的薯块作为冬栽薯种用的，宜选休眠期短或易于打破休眠期的品种。一季留种两季用的，则应选用耐贮藏、休眠期长的品种。与其他作物轮作套种时用的，可采用生长旺盛的中熟品种。晚疫病和青枯病是本区两大病害，个别年份或地方，1月下旬因冷空气南下可能发生霜冻。

西南一、二季混作区　包括云南、贵州、四川、西藏等省（自治区）及湖南、湖北两省的西部地区。无霜期在150～350天，年平均温度0～12℃，≥5℃的积温在2 000～8 000℃之间，太阳总辐射量在90～190千卡/平方厘米，全年日照时数1 250～2 750小时，年平均降水量在500～1 500毫米之间。本区地势复杂，气候垂直变化显著，生产上有一作、二作两种类型交错存在。在高原山区多为春种秋收一年一作，而在低山河谷或盆地则行二作栽培，含有中原二作区和南方二作区两种栽作类型。本区马铃薯栽培面积占全国总面积的30%以上，高寒山区适于生产优质种薯，又可利用海拔高度的差异在一乡或一县之内繁殖种薯。在海拔3 000米左右，生育期200天以上的云南省山区的种子和种薯可自然安全越冬，实生种子栽培和实生薯利用也有所发展。本区品种资源较丰富，生产上栽培的品种要求高抗晚疫病。本区的主要病害是晚疫病、青枯病和环腐病，局部地区有癌肿病和块茎蛾为害，应加强封锁疫区和控制蔓延。

（滕宗璠）

中国棉花学会（Chinese Association of Cotton Science）　成立于1979年，会址在河南安阳中国农业科学院棉花研究所内。是由全国从事棉花工作的中高级科技人员组成的群众性学术团体，归中国科学技术协会、中国农学会领导。第一届理事会名誉理事长杨显东，理事长奚元龄。1984年7月第二届理事会理事长臧成耀。1988年9月第三届理事会，臧成耀连任理事长。

主要任务是组织会员以及其他棉花科技工作者开展学术交流、科学普及和科技培训等方面的工作。1979年5月在上海召开了第一次全国棉花学术交流会；1979年9月与中国作物学会联合在武汉召开了全国农作物杂种优势利用学术讨论会。1980年6月在苏州召开了全国棉花种植区划及生产基地建设学术讨论会；1981年11月在郑州召开了提高棉花产量关键性技术措施讨论会；1982年11月在武昌召开了棉花耕作制度学术讨论会。1982年与中国纺织工程学会联合召开了国产原棉及纺纱性能学术讨论会。1984年2月，在河南新乡举办了全国第一次棉花综合利用科普展览会和经验交流会。在科技培训方面，与中国农业科学院棉花研究所联合举办了棉花栽培生理学习班、棉花遗传育种学习班及由美国T. W. 库尔普（Culp）博士主讲的棉花育种讲座等。1979～1984年先后编印了学术论文集及科技译丛六种。

（陈　仁）

《中国棉花栽培学》（*Cotton Production in China*）　以总结中国棉花科学技术成就和经验为主的专著。由中国农业科学院棉花研究所主编，组织全国主要棉花科学研究单位和高等农业院校棉花专家集体撰写。

全书分成8个篇章，反映了棉花科研、生产的成就和概貌。叙述了中国棉花生产发展简史；论述了发展棉花生产与国计民生的关系，并就棉花主副产品的综合利用作了系统介绍；还对中国五大棉区的自然条件以及商品棉生产基地作出了评价。在生物学基础方面，介绍了棉花的形态结构和生理功能。并专章论述了棉花的生长发育与环境条件的关系，以及棉花蕾铃脱落问题。在丰产栽培技术方面，分章论述了播种保苗、育苗移栽、密植、施肥、灌排、中耕、整枝等技术的应用经验及其科学原理，还介绍了地膜覆盖栽培、化学除草、化学控制、化学催熟等新技术的使用方法、效果和作用机理。此外，还增加了丰产棉花的产量结构和合理生育进程，并阐明各项技术之间的配合关系与综合运用。还将"棉田的土壤改良与培肥"、"棉区的耕作制度"、"棉属分类与我国主要棉花品种"、"棉花病虫害及其防治"、"棉花生产机械化"各列成一篇，并增添了插图和照片。1959年由上海科学技术出版社出版初版，1983年出版修订本。全书分20章520千字。1984年被评为全国优秀科技图书二等奖。

（蒋国柱）

中国棉区（cotton regions in China）

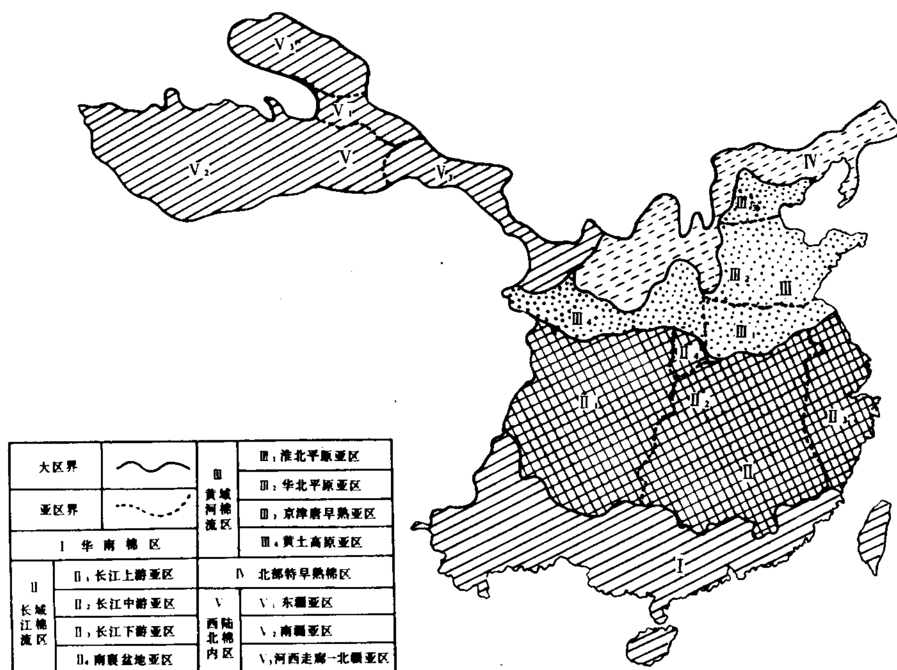
中国棉花生产区域是按地理分布和生产条件的相似性和差异性划分的。科学地划分棉区，有利于因地制宜规划棉花生产，选用适宜的品种，制定增产技术措施。

中国棉区大致分布在18°N～46°N，76°E～124°E之间，即南起海南省，北至新疆维吾尔自治区北部的玛纳斯垦区，东起台湾省，西至新疆维吾尔自治区的塔里木盆地西缘的绿洲地带。全国除西藏、青海、内蒙古、黑龙江、吉林等省（自治区）外，都能种植棉花。棉田面积在50万公顷以上的产棉省有山东、河南、河北、江苏和湖北省，这五大产棉省的棉田面积（1983年）约占全国的70%，产量接近全国棉花总产的80%；棉田面积5万～30万公顷的有浙江、上海、安徽、江西、湖南、四川、山西、陕西、新疆、辽宁等10个省（市、自治区），合计的棉田面积接近于全国棉田总面积的30%，产量约占全国的20%。

冯泽芳（1956）将中国棉产区划分为黄河流域、长江流域、辽河流域（后更名为北部特早熟棉区）、西北内陆和华南五个棉区。《中国棉花栽培学》（1983）根据各大棉区生态条件适宜植棉的程度和棉花生育特点的地域差异，将植棉面积最大的黄河流域棉区和长江流域棉区及开发潜力大的西北内陆棉区进一步划分为若干亚区（见图）。

黄河流域棉区　位于长城以南，秦岭、淮河以北，东起海滨，西至陇南。包括河北省长城以南，北京、天津两市，山东全省，河南省中、北部，山西省南部，陕西省关中，甘肃省南部以及江苏、安徽两省的淮北地区。本区的黄淮海平原，泾、渭、汾、洛的河谷平原是中国商品棉集中产区。全区棉田面积和产量约占全国的60%（1983年），居五大棉区的首位。本区属暖温带、半湿润季风气候区。棉花生育期间（4月至10月）平均温度19～22℃，≥15℃的积温达3 500～4 000℃，≥10℃持续日数为195～220天。年降水量500～1 000毫米。年日照时数2 200～2 900小时。水、热条件适中，春秋日照充足，有利于棉花早发、稳长和后期的吐絮。冬、春雨水少，常有春旱，播前需重视贮水灌溉和保持土壤水分；降雨集中在7月至8月，高温、高湿常引起盛花期严重的蕾铃脱落。秋季降温较快，尤其是偏北地区，不利于秋桃成熟和纤维发育。黄淮海平原土壤以壤质的潮土为主，低洼地区和滨海地带盐碱地较多；泾、渭、汾、洛的河谷平原以熟化程度较高的塿土为主，旱塬和丘陵棉田以心土层透水性较差的褐土居多，大多数地区土壤适宜植棉。适于种植中熟或中早熟陆地棉。棉田多平作，以一年一熟为主，在生长期较长、水肥条件较好地区也有部分棉麦一年两熟。虫害以棉蚜、棉铃虫为主，局部地区棉叶螨较严重。本区划分为华北平原、淮北平原、黄土高原和京津唐4个亚区。

长江流域棉区　位于秦岭、淮河以南，南岭以北，



中国棉区

东起海滨，西至四川盆地西缘。包括浙江、上海、江西、湖南、湖北五省(市)全部，四川盆地，江苏、安徽两省淮河以南地区，河南省南部、陕西省秦岭以南地区以及福建、贵州两省北部。棉田主要分布在长江中、下游平原及长江上、中游的四川盆地和南襄盆地。本区植棉面积和产量约占全国棉田面积和总产的1/3，居五大棉区的第二位。本区属北亚热带和中亚热带湿润季风气候区，热量条件较好，4月至10月平均温度为21～24℃，≥15℃的积温达4 000～5 500℃，≥10℃持续日数220～270天；年降水量800～1 600毫米；年日照时数1 200～2 400小时。长江中、下游多春雨，而上游常有春旱；伏天日照充足，较有利于多结伏桃和早秋桃；秋季多连阴雨，对棉铃吐絮不利，僵瓣烂铃多。棉田土壤在平原地区以地下水位较高的潮土和排水条件较好的水稻土为主，土壤肥沃；丘陵岗地棉田多为酸性的红壤、黄棕壤，肥力较差；四川盆地棉田以土质较肥的紫色土壤为主；沿海地区有大片盐碱土。本棉区普遍实行一年两熟栽培（棉花与麦类作物、油菜、蚕豆、绿肥等间套作）。棉田多畦作，利于排水，下游棉田高培土以防台风。适宜栽培中熟陆地棉。棉花苗病和烂铃较重，虫害以红铃虫和棉叶螨为主。本区划分为长江上游、长江中游、长江下游和南襄盆地4个亚区。

西北内陆棉区　位于六盘山以西，青藏高原以北，准噶尔盆地北部和长城西段以南。包括新疆维吾尔自治区和甘肃省河西走廊地区，以及甘肃省和宁夏回族自治区沿黄河灌区的棉田。本区植棉面积约占全国棉田的5%，产量约占全国总产量的4%。南疆和东疆是中国主要的长绒棉生产基地。本区属于中温带和暖温带干旱气候区，它与黄河流域棉区和北部特早熟棉区分界线大体与干燥度为3.5的等值线一致。日照充足，年日照时数高达2 700～3 300小时，年降水量在200毫米以下，全部靠灌溉植棉。热量条件各地差异较大，4月至10月平均温度为16～25℃，≥15℃的积温达2 500～4 900℃，≥10℃持续日数为160～215天，昼夜温差大。热量条件以东疆为最好，南疆次之，北疆及河西走廊地区较差。土壤以灰漠土和棕漠土为主，均有不同程度盐渍化，并呈强碱性反应，肥力大多较低。棉田均为平作，一年一熟。适于栽培耐干旱气候的棉花品种。病虫害较轻，虫害以地老虎、棉铃虫、棉盲椿为主。本区划分为三个亚区：东疆亚区适于种植中熟海岛棉；南疆亚区适于种植早熟海岛棉和中早熟陆地棉；北疆和河西走廊亚区适于种植早熟陆地棉。

北部特早熟棉区　位于黄河流域棉区以北，辽河与松花江的分水岭至内蒙古高原以南，东起千山山脉，西至六盘山。棉花主产区在辽宁省的辽河、大凌河流域和山西省的晋中盆地。此外还包括河北省承德地区，陕西省北部和甘肃省东部的零星产棉区。本区50年代植棉较多，而70年代末以来，棉田比重下降，已不到全国棉田的2%，产量约占全国总产的1%。本区地处中温带和暖温带交接地带，北界大体相当于≥15℃的积温2 500℃等值线；4月至10月平均温度为17～18℃，≥10℃持续日数为165～180天，≥15℃的积温达2 500～3 100℃；年降水量400～800毫米；日照时数2 400～2 900小时。土壤以地下水位较高的草甸土和心土层较粘重的棕壤土为主。热量条件较差，只适宜种植早熟陆地棉。均为一年一熟，辽宁普遍实行垄作。虫害发生世代少，为害较轻。

华南棉区　位于长江流域棉区以南；包括广东、广西、台湾三省(自治区)，福建、贵州两省南部，云南省大部以及四川省西昌地区。本区是中国最早种植棉花的区域，近年演变为植棉面积极少的零星产区。本区属北热带和南亚热带湿润气候，≥15℃的积温达5 500～9 200℃，4月至10月平均温度24～28℃，≥10℃持续日数为270～365天，年降水量1 600～2 000毫米，年日照时数1 400～2 600小时。土壤多为赤红壤和砖红壤，呈强酸性反应。由于高温多雨，病虫害严重，不利于棉花产量和纤维品质的提高。本区南部最冷月平均温度不低于15℃，棉花越冬不死，可多年生长。海南省西南部是中国较理想的棉花冬季繁育基地和野生棉种资源的自然保存区。

参考书目

冯泽芳：《中国的棉花》，农业出版社，北京，1956。

（曾祥光）

中国名晒烟 (Chinese famous sun-cured tobacco)　中国优质晒烟的总称。因产地、环境条件、栽培和调制技术等不同，形成品质特点各异的名晒烟，经不同加工处理，制成雪茄烟、斗烟、水烟、鼻烟等烟草制品。

中国名晒烟栽培历史较久，分布广泛，但多零星种植，种类有数十种。

晒红烟　利用太阳曝晒调制而成的棕褐色晒烟，适宜种植在含氮较高的肥沃土壤中；打顶宜早；留叶较少。叶片肥厚浓绿，成熟显黄斑者能调制出鲜明纯净的颜色。因地区不同，调制方法亦异。红烟收晒季节，南方雨天多、湿度大，用烟折(晒烟专用工具，用竹篾编成，又称烟笪或烟笆）将烟叶平摊在烟折上夹牢曝晒，称折晒红烟。北方气候干燥，采下青烟堆积捂放保水变黄后，穿绳挂晒；西南地区采用青烟编索挂晒，晒晾结合，称为索烟(见图1)。

晒红烟调制前、中期，叶内水分适宜，有利于多酚类物质向醌类转化的棕色反应，形成棕褐色烟叶。晒红烟深棕褐色，富光泽油滑，有的带浅棕褐色花纹。一般糖分含量偏低，氮化物偏高，蛋白质含量10%以上，烟碱含量3～5%，高者可达7～8%。香气浓郁，生理

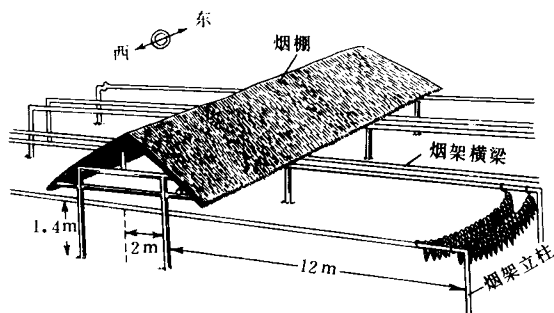


图 1　索烟棚构造示意

强度大，烟气偏碱性，属雪茄或亚雪茄香型。

晒红烟一般作为斗烟丝，雪茄芯叶、束叶使用。浙江省桐乡晒红烟，适宜作雪茄包叶。1977～1979年统计，全国有23个省1 382个县种植，常年产量达14万吨；它在国际上享有盛誉，如广丰紫老烟、鹤山烟、什邡毛烟等远销南洋、非洲和欧洲等地。

鹤山烟　红晒烟的一种，产于广东鹤山而得名，以雅瑶区所产品质为佳。利用冬季稻田种植，为烟—稻—稻一年三熟制。于9月育苗，11月下旬移栽，翌年4月底采收完毕。

"驳枝"是传统栽培技术。即在烟田培土后，1月底至2月初，烟株进入团棵期，将顶芽连同数个嫩叶摘除，待烟株侧芽萌发后，选留第二或第三腋芽，代替主茎。当芽体上着叶14～16片时及时打去顶芽。主茎烟叶称"托叶"、"驳枝"叶片称"尾叶"。尾叶品质、价格都比托叶高。"驳枝"所产红烟，色、香、味俱佳。其生理机制由于"驳枝"干扰了烟株正常生理平衡，主茎因摘除顶芽和叶片，改善了其他叶片的营养和光照条件；又因芽体着生于主茎一侧，输导系统受到制约，叶形变窄，栅栏组织变细密。内含物质和香吃味较佳（见图2）。

鹤山晒红烟采用折晒，中脉不能重叠，第二排可遮盖第一排的叶尖端2/3部分。折晒时须保水变黄，叶片变黄6～7成时，最易霉烂，应多晒；如叶片基本干燥，颜色深，可吸露回潮，以改进色泽，一般需15～20日完成调制过程。

毛烟　产于四川省什邡县，又名金堂烟。据古书记载始自清嘉庆年间（1806～1812年）主产于该县云西、和兴、两路口和灵杰等地，而以云西最著。

毛烟均在稻田栽培，入春后将绿肥苕子犁翻作烟田基肥，春分至清明间移栽。毛烟移栽前施穴肥，定植后10天左右追速效肥，20～25天后中耕、施肥和培土，及时灌溉。大田密度约为每公顷3 000～3 300株，一般留叶12～14片，夏至至小暑间逐叶采收。

毛烟的调制独具特色，需专备棚架。先将每片烟叶叶面向里，自中脉对折，顶叶2～3片、中下部叶3～4片为一束系在烟索上。束距7～10厘米。初晒时索距20～25厘米，以阳光射至叶尖为度，晚间或雨天连索推入棚内。索间留有距离，以后逐日晒晾，索距逐日缩短。强光3～4日，弱光6～7日，叶片转黄，此时叶片发生粘贴。需逐片揭开，排除渍水，避免霉变和色泽暗黑，反复数次直至叶片全干。晒干后下索回潮并捆成小把，堆放在干燥阴凉通风处，加覆盖物。堆温上升至覆盖物显潮时翻堆，如此3～4次后，解把分级。为减去土怪气，改善香吃味，增强燃烧持火力，需加糊米水发酵上色。



图 2　鹤山烟

淡色晒黄烟　晒烟的一个重要类型。调制期短，晒后鲜明黄亮。采用不同调制工具和流程，使水分散发速度与叶色变化相协调。方法有4种：①半晒烤法。采收适熟烟叶，划破主脉后，薄匀夹烟上折，先用晒、堆，使叶变黄后，再晒、烤定色干燥，最后晒干收藏。南雄烟、始兴烟、信丰烟同属此类。品质特点：烟色均匀鲜亮，叶片硬直；总糖含量10%以上，蛋白质含量10%以下，烟碱1.5～2.5%。烟叶浓郁，属近烤烟香型，宜作烤烟型和混合卷烟原料。②全晒法。适熟烟叶上折，晒、堆交替处理，使叶变黄。然后加强曝晒，排水、定色和干燥，全利用阳光调制，效果较佳。黄岗烟、新昌烟、霞湾烟、龙泽烟、罗定烟、广丰黄白烟等属此。品质特点：烟叶较小较薄，烟色鲜亮，总糖含量10%以下，烟碱1～3%，蛋白质10～15%，宜作混合型或烤烟型卷烟配料。③生切法。生产地域不多，将适熟烟叶采收堆黄后，选变黄八九成的烟叶，撕去主脉，切成细丝，摊于簸折上，厚2～3厘米，利用晴天中午直射光曝晒30～40分钟，使烟丝定色干燥，回软后成卷堆积发酵备用。云南腾冲烟，广东安流烟、揭阳烟属此类型。品质特点：烟味浓烈，生理强度较大，总糖含量10～15%，烟碱2～4%，蛋白质10%以上，属近烤烟香型。④索晒法。搭架索晒，费工少，效果好，云南蒙自晒烟属此类型。调制后烟叶色鲜亮、香味好，符合淡色晒黄烟质量要求。

南雄烟　中国产量最大的淡色晒黄烟，因产于广东南雄而得名。常年生产面积约4 700公顷，最高总产达7 500吨，分布于浈江两岸紫色土地区，以发育在白垩系南雄群地层页岩母质上的土壤所产烟叶品质较佳。

多在缓坡旱地种植。于10月至11月播种，2月至3月采收；起畦栽培，每公顷2.0万～2.5万株，单株留叶16～20片，及时打顶、抹杈。

调制方法，晒烤结合。上午采叶，划破主脉，上折，于下午曝晒，晚间堆积室内，促使变黄。第2～3天继续晒制，至烟色6～7成变黄，入烤房烘烤，然后平摊晒白，褪去叶背的青绿残色并使叶脉干燥。如晴天、气温高，可不烘烤，遇阴雨天第二天及时烘烤。

南雄烟是典型的近烤烟香型晒烟，化学组成颇近烤烟。叶身厚实，颜色黄亮，香醇馥郁。生理强度大，烟灰白色。

蒙自烟　采用蒙自晒烟制成的刀烟。是滇东南群众喜爱的一种传统烟草制品。以新安所的白沙沟晒烟加工的刀烟质量最佳。

蒙自晒烟常年产量在5 000吨以上。栽培管理与一般晒黄烟相似，是晾晒结合的索晒淡黄烟。方法是采收划破主脉、蘸泥浆、纳索上架，晒制、下索打烟、青烟纳索之前，浸入比重1.09～1.10的黄泥浆，使叶片沾满黄泥，调制后色泽黄亮，油分足，香气浓郁，燃烧性好，灰色洁白，含总糖约18%，烟碱约3%，蛋白质9%左右，属近烤烟型晒烟，可作烤烟型和混合型卷烟原料。

黄冈烟　主产在湖北省黄冈县马鞍山一带，常年生产面积约1 600 公顷，总产可达2 500吨。黄冈烟质量优良，1915年在巴拿马国际博览会、1927年在太平洋博览会两次获奖。被列为世界晒烟佳品。曾远销德、法、日和南洋等地，叶片小而薄，烟味淡，耐久贮而不变质，近香料烟香型，宜作为烤烟型和混合型卷烟调料。

黄冈烟多在较瘦瘠的新荒林地栽培，产量高。于1月播种，4月移栽，7月采叶调制。烟叶油分足、弹性强、香味浓、烟色黄亮。晴天采叶，破中脉上烟折，下午架折曝晒，棚口向阳，使两折受光均匀，并随阳光而调整棚口方向，入夜收折堆放，保温变黄，次日露水干时出晒，中午收棚。烟叶变黄全干后，拆折倒烟堆积，促使叶色褪绿变黄。

深色晒黄烟　为烟色褐黄、红黄或褐色斑纹晒黄烟的总称。叶片肥厚，总糖含量10%以下，总氮2～4%，烟碱2～4%，蛋白质10～15%，香味浓烈，生理强度高而带刺激性。依晒制工具和流程分为折晒和架晒两种。南方烟区雨量较多，空气湿度大宜用折晒，水分较易散发，能晒成褐红或深黄而带斑纹叶色，如绵竹泉烟、郫县大烟、灵山烟、北流烟、连州烟、广丰金黄烟、泗都烟等属此。北方烟区收烟季节，天气干燥，需将烟叶先堆集捂黄，然后晒制，才能避免青片，晒成黄烟或稍带青、褐的深黄烟，如蛟河烟、延边烟、林口烟、尚志烟、亚布力烟和安丘捂烟等属此，这类烟青杂味略重。

蛟河烟　深色晒黄烟。产于吉林省蛟河县，以白石山、横道子和柳树河等地为优，为名产关东烟。此外黑龙江林口、尚志和亚布力烟等同属此类，为架晒深黄烟。

选用新垦林带缓坡地栽培，土层深厚肥沃，腐殖质含量丰富，保水保肥能力强。于5月中下旬直播，6月中下旬定苗。每公顷留苗3.7万株左右。采用育苗移栽时，本田留苗数与其相当。8月中旬打顶，单株留叶10片左右，9月下旬收获。收获时自顶叶向下逐片连茎割下，堆叠整齐，叶尖向上，竖立烟池（见图3），池底和四周麦秸围绕，上覆草帘，堆放5～7天，当叶片60%左右转黄后，穿上烟绳，挂晒，任其日晒夜露，4～5天后黎明时晃绳抖叶，使粘贴的叶片松开。约经14～15天，将烟绳收拢，覆以草帘约半月，烟叶全干后，下架分级打捆。蛟河烟叶皱缩，为红黄或青带斑，叶大而厚，油分略低，烟味浓烈并略带土杂味。

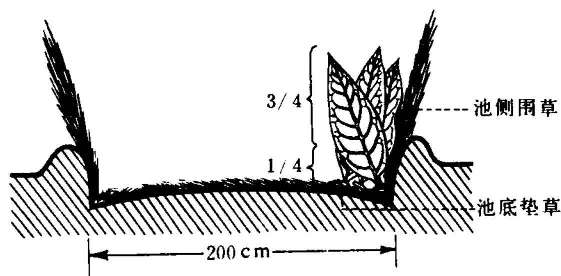


图 3　蛟河烟池横剖面

泉烟　是典型折晒深黄烟。色泽金黄而显麻雀斑或豹皮圆斑，叶身细腻、柔软者为上品。主产于绵竹县富新、什地、五福和齐田等地，而富新狮子院的品质最佳。含总糖0.5～0.65%，总氮2.3～3.2%，蛋白质15～18%，烟碱1.0～2.5%，加工成烟丝后做水烟。

泉烟植于旱坡瘠地上，于10月播种，3月下旬移栽，5月下旬打顶，留叶12～15片，7月中下旬收晒完毕。用烟折夹晒，先晒叶面5～6天，至叶面显花斑时翻晒叶背3～4天，全程约为9～10天，至全干后脱叶分级打捆。　　　　（戴　冕）

中国农业科学院麻类研究所 (Research Institute of Bast Fiber Crops, CAAS)
以改进麻类作物为目的的科学研究机构，重点研究苎麻、黄麻、红麻的品种资源、育种、栽培、病虫害防治和机械化等项和提高产量、品质与经济效益的关键性技术及其理论。建立于1959年2月，隶属中国农业科学院。地址在湖南省沅江县。截止到1986年，全所共有职工239人，其中科研人员76人（内含高级研究人员15人），行政人员18人，工人145人。设有品种资源、遗传育种、栽培、植保、机械和情报等6个研究室。出版刊物《中国麻作》。建所以来，共取得各类科研成果

63项，其中获国家、农牧渔业部和湖南省奖励的科研成果有24项。北方红麻短光照制种技术，丘陵山区发展苎麻的技术，黄麻亩产500千克规律及技术，红麻新品种722、湘红1号、湘红2号，苎麻新品种湘苎1号，黄麻新品种宽叶长果，红麻炭疽病防治技术，苎麻根腐线虫病防治研究，黄麻黑点炭疽病研究，以及黄、红麻剥皮机、洗麻机和苎麻72型刮麻器、剥麻机等项成果，均已推广应用。 （黄明天）

中国农业科学院棉花研究所（Cotton Research Institute, CAAS） 以改进**棉花**为目的的科学研究机构。隶属中国农业科学院。主要任务是开展**棉花种质资源**的收集整理、特性鉴定、遗传评价和优质高产多抗新品种选育及其理论与方法研究，提高棉花品质、产量和经济效益的关键栽培技术和病虫害综合防治体系研究，以及棉花生产发展战略及棉产品综合利用研究。1957年9月1日在原华北农业科学研究所棉作室的基础上成立于北京，1958年春迁至河南省安阳市。截止到1986年，全所共有职工651人，其中科研人员205人（内含高级研究人员37人），行政人员52人，工人390人。设有种质资源、遗传、育种、栽培、植物保护等5个研究室，生理、生化、农化、纤维、种子、电镜、组织培养、人工气候等8个实验室和图书情报室，还设有面积约230公顷的试验农场和海南繁育圃。出版《中国棉花》、《棉花学报》、《国外农学——棉花》和《棉花文摘》等刊物。自从建所以来，共取得77项研究成果，其中"六五"期间进行的全国棉花品种区域试验及其结果应用获国家科技进步一等奖，中棉所8号、中棉所9号、中棉所10号的育成推广和黄淮海平原盐碱地植棉技术开发研究等20项，分别获农牧渔业部、中国农业科学院及河南省级的科技进步奖与改进奖。 （黄明天）

中国农业科学院特产研究所（Research Institute of Special Economic Plants and Wildlives Utilization, CAAS） 以野生珍贵经济动、植物的驯养、改进和利用为目的的科研机构。主要研究任务是对珍贵、稀有、经济价值高的野生动、植物进行资源调查、引种驯化、品种选育、饲养栽培、疫病防治、产品加工和综合利用。于1956年在吉林省特产研究所基础上建立，1959年隶属中国农业科学院。地址在吉林省吉林市左家特区境内，所址占地49平方公里。截止到1986年，全所共有职工708人，其中科技人员233人（内含高级科技人员24人），行政人员45人，工人430人。设有野生经济动物、疫病、人参、野生果树、山葡萄、土肥植保、经济植物组织培养等7个研究室和科技情报室。出版刊物《特产科学》、《国外特种经济动、植物》。建所以来共取得73项科研成果，其中1978年以后获得国家、农牧渔业部和吉林省各类奖励的科研成果53项。鹿的驯化放养、提高彩色水貂生命力、吉林白貂的培育、紫貂笼养繁殖、双透棚栽人参、山葡萄家植丰产栽培技术等项科研成果，已推广应用。 （黄明天）

中国农业科学院甜菜研究所（Sugar Beet Research Institute, CAAS） 以改进**甜菜**为目的的科学研究机构，着重研究解决提高甜菜产量和品质。1959年5月在黑龙江省呼兰特产试验站的基础上建立，隶属于中国农业科学院。地址在黑龙江省呼兰县。截止到1986年，全所共有职工224人，其中科研人员96人（内含高级研究人员17人），行政人员13人，工人115人。设有品种资源、育种、栽培、植保、情报资料等5个研究室。出刊版物《中国甜菜》、《国外农学——甜菜》。建所以来，共获得研究成果60项，其中1978年以后获国家、农牧渔业部和省级各类奖励成果19项。近年获得的主要成果有选育出甜研6号、多倍体7301、甜研301等新品种，600公顷甜菜高产栽培技术，夏播甜菜生物学特性及栽培技术研究，甜菜切缨机、挖掘机等。 （黄明天）

中国农业科学院烟草研究所（Tobacco Research Institute, CAAS） 以改进**烟草**为目的的科学研究机构。主要任务是：研究培育新品种，提高栽培技术措施，合理调制加工以改进烟叶品质、降低焦油等。隶属中国农业科学院，建立于1959年4月，地址在山东青州。截止1986年，全所共有职工251人，其中科研人员92人（内含高级研究人员15人），行政人员24人，工人135人。设有育种、栽培、植物保护、调制分级、化学成分、情报等6个研究室以及中心分析室，另有面积近40公顷的试验农场。建所以来共取得科研成果30多项，其中各类获奖成果20项。该所应用"单倍体"育种方法，在国际上首先培育出"单育号"烤烟品种，并在生产上推广应用，获全国科学大会奖。烤烟新品种金星6007、革新5号的育成及山东高级卷烟原料生产和卷烟工艺等项成果，获山东省科学大会奖；烟草体细胞杂交育成植株研究，获1984年农牧渔业部技术改进二等奖。出版刊物有《中国烟草》。 （黄明天）

中国农业科学院油料作物研究所（Research Insitute of Oil Crops, CAAS） 以改进主要油料作物为目的的研究机构。隶属中国农业科学院。建立于1959年。地址在湖北武昌。主要任务是：**油菜、大豆、花生、芝麻品种资源**收集、保存、鉴定以及新品种选育及其育种理论和方法，提高主要油料作物产量、品质的栽培技术和主要病虫防治技术，有

关油料作物品质分析、测试技术和产品加工、综合利用等方面的研究。截止到1986年,全所共有职工347人,其中科研人员157人(内含高级研究人员25人),行政人员25人,工人165人。设有品种资源、遗传育种(一)、遗传育种(二)、栽培生理、植物保护、土肥微生物、品质分析等7个研究室和情报资料室,有面积50多公顷耕地的试验农场。出版《中国油料》、《国外农学——油料作物》等刊物。建所以来,共取得科研成果77项,其中1978年以来获得各类授奖成果33项。油菜萎缩不实病防治研究、甘蓝型油菜新品种甘油3号、花生根瘤菌新菌种选育及利用的研究等项获全国科学大会奖;甘油5号油菜新品种获国家科技进步二等奖;长江中游地区水田三熟制下油菜高产栽培技术及夏大豆新品种"鄂豆2号"获国家科技进步三等奖;芝麻良种"中芝7号"的选育及其利用获农牧渔业部技术改进一等奖。获湖北省科学大会奖4项。 (黄明天)

中国农业科学院作物品种资源研究所 (Institute of Crop Germplasm Resources, CAAS) 全国**作物品种资源**保存和研究中心。主要进行稻、麦、玉米、**高粱**、**谷子**、食用豆等粮食作物品种资源的收集、保存、评价、利用研究,并负责各类作物国外**引种**和对外种质交换的归口管理工作。该所是1978年8月在原农业研究所和作物育种栽培研究所品种资源研究室的基础上建立,隶属中国农业科学院。地址在北京。截止到1986年,全所共有职工271人,其中科研人员186人(内含高级研究人员38人),行政人员16人,工人69人。设有引种、稻类、麦类、玉米豆类、高粱糜谷、抗病虫鉴定、生理生化、遗传、种质贮存等9个研究室。建所以来,及时组织力量补充征集全国各类作物品种资源,开展野生大豆、野生稻以及云南、西藏等边远地区作物品种资源考察搜集工作,还从国外陆续引进大批有价值的种质材料,建立了一座可长期保存40万份材料的国家种质库,为中国开展作物品种资源研究和作物育种工作奠定了物质基础。该所获奖成果共24项。其中主要成果有:编著出版《全国小麦品种资源目录》(上、下册)、云南稻种考察、全国野生大豆资源考察与搜集、全国野生稻资源考察与搜集、云南麦类资源考察与搜集等项,均获农牧渔业部技术改进一等奖,全国作物品种资源补充征集获国家科学技术进步二等奖,国外农作物引种研究等项,获农牧渔业部技术改进二等奖。出版刊物有《作物品种资源》。 (黄明天)

中国农业科学院作物育种栽培研究所 (Institute of Crop Breeding and Cultivation, CAAS) 主要从事**小麦**、**玉米**、**水稻**、**大豆**等粮食作物育种栽培研究及生物技术和有关遗传、生理等基础理论的研究机构。1957年9月1日在原华北农业科学研究所作物系和发育生物系基础上建立,隶属中国农业科学院。地址在北京。截止到1986年,全所共有职工374人,其中科研人员237人(内含高级研究人员53人),工人118人,行政及辅助人员19人。科研机构有4系、5室,即:麦类育种、玉米育种、作物遗传、作物栽培等研究系,水稻育种、大豆育种、生理遗传、作物生理、谷物化学与食品加工等研究室。另外,还设有试验农场、中心实验室、电子计算机实验室和编辑室,与中国作物学会共同编辑出版《**作物学报**》、《**作物杂志**》等刊物。1978年以来,获得多抗丰产玉米杂交种"中单2号"、冬小麦良种"丰抗号"、"小麦叶龄指标促控法"等科研成果162项。其中全国科学大会奖8项,国家发明一等奖1项,农牧渔业部科技进步一等奖1项,二等奖1项,国家技术改进一等奖6项、国家技术推广一等奖1项。在这些成果中,国家发明一等奖获奖项目:"多抗性丰产玉米杂交种中单2号",1983年已累计推广面积达630万公顷,总经济效益达10亿元;经济效益达亿元以上的科研成果还有冬小麦良种"丰抗号",1984年推广面积近70万公顷。高产、优质、抗病水稻花培新良种中花8号、9号正在迅速扩大推广。作物栽培研究方面,"小麦叶龄指标促控法",到1984年累计推广面积达300万公顷。 (黄明天)

中国农作物种植史 (history of field crop cultivation in China) 中国是**农作物**的重要起源地之一,也是世界上著名的农业古国之一。种植农作物的历史,可以上溯到8000年以前。

新石器时期(公元前8 000～前2 000年),中国各部落人群已使用木、石、骨、蚌等农具,进行"刀耕火种",种植的农作物种类相当繁多,计有**粟**、**黍**、**麦**、**稻**等粮食作物。**油菜**、**大豆**等油料作物和**大麻**、**苎麻**、葛等纤维作物。其中,种植最早,分布最广的是粟、稻等。据考古出土的材料证明,粟主要分布于黄河流域及其以北地区,河北武安磁山新石器遗址出土的粟,距今已有约8000年之久。水稻主要分布于长江流域及其以南地区,浙江桐乡罗家角及余姚河姆渡两个新石器遗址出土的稻谷,距今已有7000年,中国南稻北粟的作物分布,在新石器时期已经自然形成。

夏、商、西周时期(公元前2 000～前771年)中国处在奴隶社会阶段。这时,已使用青铜农具;从撂荒耕作发展为"菑、新、畬"的休闲耕作,并在栽培上应应垄作(当时称为亩)、中耕、灌溉等技术。据《周礼》记载,当时主要粮食作物的分布大致如下:冀州(今河南北部、山西南部)为黍、**稷**、稻、兖州(今河北南部,山东西部和中部)为黍、稷、稻、麦;青州(今山东南部、江苏北部、安徽北部)为稻、麦;豫州(今河

南南部、湖北北部、安徽北部）和并州（今山西北部、河北北部）为黍、稷、菽、麦、稻；雍州（今陕西、甘肃、四川）和幽州（今河北和山东沿海地区）为黍、稷；扬州（今安徽南部、江苏南部、浙江、江西）和荆州（今湖南、湖北）为稻。说明当时主要粮食作物有黍、稷、菽、麦、稻五种，南方主要是水稻，北方主要是旱作物，其中黍、稷又占着重要的地位。

春秋战国（公元前771年至前221年），是中国从奴隶社会向封建社会转变的重要时期。在这一时期中铁制农具和畜力开始应用于农业生产，其中铁犁和肥料的使用，对生产技术的变革具有重大意义，它促使休闲耕作制发展为连年种植制，并形成了深耕、熟耰、易耨等技术，为中国精耕细作的农业技术奠定了基础。

这时形成了"五谷"的概念。所谓"五谷"，历史上解释很多，基本上可以分为三类：一是指黍、稷、麻、麦、豆，如《荀子·儒效》杨倞注；一是指黍、稷、豆、麦、稻，如《孟子·滕文公》赵岐注；一是指稻、秫（稷）、麦、豆、麻，如《楚辞·大招》王逸注，实际上是包括黍、稷、豆、麦、稻、麻（指大麻，麻子古代也作粮食）等六种。五谷的不同说法，只是表示了不同地区粮食作物构成的差异而已。上述六种作物，在春秋战国时代，已成为中国的主要粮食作物。

豆类的发展并被作为粮食来利用，是这一时期的一大特点。如《墨子·尚贤中》说："耕稼树艺聚菽粟，是以菽粟多而民足乎食。"《孟子·尽心上》说："圣人治天下，使有菽粟如水火，菽粟如水火而民焉有不仁者乎？"都反映了大豆在当时农业生产中的重要地位。

麦类，特别是冬麦，在这个时期也有较大的发展，因为冬麦既能利用晚秋和早春的生长季节，避免与别的作物争地，同时又能"续绝继乏"、解决青黄不接缺粮的困难，因而受到了重视。《礼记·月令》说："仲秋之月，乃劝种麦，毋或失时，其有失时，行罪无疑"，便是这一情况的反映。

秦汉至南北朝（公元前221～581年）是中国封建社会发展的前期，这一时期，中国农业的主要生产地区在黄河流域中下游，黄河流域雨量少，特别是春季干旱多风，影响播种和出苗，抗旱保墒成了这一地区发展农业生产的关键问题，从而形成了代田、区田等的抗旱栽培法和耕、耙、耱、锄相结合的抗旱保墒的耕作技术体系，加上这一时期的农具改良、兴修农田水利等一系列措施，促使了北方农业的大发展。

在耕作制度方面，这一时期出现间作、套作、轮作等种植方法，使土地利用率进一步提高和作物茬口布局进一步合理。其中豆科作物和禾本科作物轮作，在生产发展上具有重要的意义，这种轮作方式出现于东汉，《周礼》郑玄注中已有"芟夷其麦以种禾、豆"的记载；西晋时，《广志》上记有稻与苕子轮作；北魏时，《齐民要术》上又记有绿豆、小豆"五、六月穙种（漫播），七月、八月用犁掩杀之，为春谷田"的豆粟轮作，从而形成了豆科作物与禾本科作物的轮作方法。

这一时期的作物结构也发生了很大的变化，原作为粮食作物的大豆，这时开始被加工成副食品。汉代豆腐的发明和豆豉的发展，加速了这个转变的进程。麦类种植面积在这时得到了进一步的扩大，这同耕作栽培技术的提高有关，同时同石圆磨的创造也有密切的关系。由于有了石圆磨，麦子被加工成面粉，使麦类的食用更加方便和可口，面食开始成为主要食品。这时高粱、稗和菰（茭白籽，又名雕胡）也加入了粮食作物的行列，虽然不是主粮，但在备荒抗灾中起了一定的作用。

除粮食作物外，一些新的经济作物在这一时期也发展起来。原产中国的茶，最先是作为一种药物被人利用的。这时开始用作饮料，西汉时期王褒《僮约》中已有烹茶、买茶的记载。

原产于华南的蔗，是中国古代唯一的糖料作物，战国时期的《楚辞》已有记载，时称为柘。开始时蔗的利用只限于"取柘汁以为饮"，东汉时学会了用煎晒方法将蔗浆提炼为糖，时称"石蜜"，使蔗作为制糖而种植的糖料作物。南北朝时，制糖技术进一步发展，制成了砂糖，《名医别录》说："蔗出江南为盛，……取汁为砂糖，甚益人"，说明这时种植地区已扩展到了江南。

汉武帝时，在从西域引进良马的同时也引进了苜蓿，这是中国最早的饲料作物。南北朝时，藿（大豆青叶）也作饲料利用。

芝麻 也是这个时期从西域引进的，时在汉代，当初称为胡麻，引入后即作油料利用，这是中国最早被作为油料来种植的作物。《晋书·王濬传》中记载有太康元年（公元280年），王濬率军攻吴，用麻油灌火炬，烧毁铁锁的事，说明至晋代，芝麻已被大量作为油料作物来栽培。自此而后，芝麻一直是中国食用植物油的主要来源之一，被称为是"味高而品贵"的上品。作为油料的还有荏（苏子），这在《说文》中已有记载，但作为油料种植和利用则见于北魏的农书《齐民要术》。

染料作物的种植在这一时期已相当发达。在汉代有蓝、卮茜和地黄，在北魏时又增加了紫草。卮茜和蓝的利用历史十分古老，《诗经》中已记有卮茜，时称茹藘。蓝见于《夏小正》的记载，《荀子·劝学》中有"青，取之于蓝而青于蓝"之说，但大规模的生产则出现在这一时期。《史记·货殖列传》记载西汉的城市郊区，种植卮茜达千亩之多。赵岐在《蓝赋序》中说，当时陈留一带"人皆以种蓝染绀为业，蓝田弥望，黍稷不殖"。可见其规模之大。

绿肥是这一时期出现的又一类新作物，最早种植的是苕子，时在晋代，见于《广志》记载："苕草……十二月稻下种之，蔓延殷盛，可以美田"。南北朝时又增加了夏绿肥，据《齐民要术》记载有绿豆、小豆、胡麻

等几种，并认识到其肥效"与蚕矢（蚕粪）、熟粪同"，因而种植绿肥被称之为"美田之法"。

隋唐宋元时期（公元581～1368年）是中国封建社会的中期，南方农业逐渐兴盛。南方是水田地区，由于农具的改进和耕作栽培技术的相应提高，形成了一套与北方旱地耕作相异趣的耕、耙、耖、耘、耥相结合的耕作技术，加上当时梯田、圩田、架田、涂田的修建，肥料积制技术的进步，使南方的农业生产超过了北方。

这一时期，南方粮食作物的结构发生了明显的变化。麦子开始由旱地进入水田，形成了稻麦一年两熟制，稻麦两熟制最初出现于唐代的云南地区。到宋代，北方人口大量南移，麦子的需要增加，这就推动了农民利用冬闲田来种麦。北宋时，苏州地区已"刈麦种禾（稻）"，南宋初更扩展到整个江南，形成了"竞种春稼（指麦），极目不减淮北"的局面。

水稻仍是南方的主要粮食作物，其单产和总产在这时都有较大幅度的提高，唐代已出现"嘉禾（浙江嘉兴一带）一穰，江淮（长江淮河之间）为之康；嘉禾一歉，江淮为之俭"之说。到了宋代，太湖地区更成了全国著名的粮仓，被人称为"苏（苏州）湖（湖州）熟，天下足"。至此，水稻在全国粮食生产中的主要地位就已经确立了。太湖地区的水稻每亩产量，在宋代平均达到二石五斗米左右（约合谷220千克），因而成为全国著名的水稻高产区。

与此同时，纤维作物的种植结构也发生了重大的变化。秦汉以前，中国种植的纤维作物主要有大麻、苎麻、葛等。汉代，中国西南地区的哀牢国（今云南南部）及珠崖（今海南省）开始种植亚洲棉，时称吉贝。南北朝时，高昌国（今新疆吐鲁番）亦开始种棉，名曰白叠，这是一种非洲草棉。但中原地区，主要还是以丝、麻作衣被原料。宋末元初，棉花开始分南北二路从边疆传入中原。由于棉花种植比栽桑养蚕容易，提取纤维又比麻类简便，轻暖价廉又胜于丝、麻，因而发展很快，终于替代了麻、丝，而成了全国最主要的纤维作物。

茶，在这个历史阶段有了很大的发展，产地多达五十多州郡，相当于现在的云南、四川、贵州、广东、广西、福建、浙江、江苏、安徽、江西、湖北、湖南、河南、陕西、甘肃等十五个省（自治区）。茶种和种茶、制茶的技术，也在这时开始外传。唐德宗贞元九年（785年）一年征得的茶税就达四十万缗，约为唐政府全年收入的十五分之一。可见茶在当时国民经济中重要的地位。

此外，大豆和油菜籽至宋代已被作为油料利用，从而增加了油料作物的种类。蔗已从江南推广到长江两岸，四川遂宁便是在这时发展成为著名的产糖区的，这是唐宋时期农作物栽培又有发展的标志。

明清时期（公元1368～1840年）是中国封建社会的晚期，这一时期人口迅猛增加，人多地少，耕地不足，已成为全国农业生产的主要矛盾，种植业因此也出现了新的变化。复种指数在各地区都不断提高，珠江流域开始形成一年三熟制；长江流域广泛推行一年两熟制；黄河流域则形成两年三熟制和三年四熟制，从而多熟种植有了很大发展。

随着耕作栽培技术的发展，套犁深耕、浅耕灭茬、看苗施肥、小麦移栽、油菜打薹等一系列增产措施相继产生，传统的精耕细作技术逐渐形成。

在太湖流域、珠江三角洲等人口密集的地区，又创造了粮—畜—桑—鱼相结合的综合经营，形成了农养牧、牧促农，鱼养桑、桑养蚕、蚕养鱼的良性循环，使各种自然资源得到了比较充分、合理的利用，收到了"两利俱全、十倍禾稼"的效果。这表明最早人工生态平衡的"桑基渔塘"农业经营已在此时诞生。

这时农作物的种植结构也有了新的变化，明代《天工开物》说："今天下育民人者，稻居什七，而来（小麦）、牟（大麦）、黍、稷居什三，麻、菽二者，功用已全力蔬饵膏馔之中"。说明水稻在明代的粮食生产中已占绝对优势，旱粮已退居第二位，大豆和大麻已退出粮食作物范畴。原产美洲的一些作物，这时相继被引入国内，对农业生产的发展，起了明显的促进作用。

玉米是明代嘉靖三十四年（公元1555年）以前传入中国的，嘉靖《巩县志》上称玉麦。到19世纪中叶，已传到黄河流域、长江流域及东北地区，成为当时重要的粮食作物之一。甘薯（番薯）是明万历十年（公元1582年）从国外引入的，最早在广东、福建种植，到17世纪中叶，已先后传到台湾、江苏、浙江、广西、江西、安徽、湖南、云南、四川、贵州、河南、河北，遍及大半个中国。

烟草也是明代万历年间传入的，最初种于福建的漳州和泉州。到18世纪末，已成为一个新兴的兴奋作物。小粒型花生是明代后期引入的，首先载入嘉靖《常熟县志》。19世纪中期，大粒型花生又从国外传入浙江和山东，由于其产量高，发展较快，到20世纪初已成为山东的主要种植品种。

上述作物的引进，不但进一步改变了明清时期农作物的种植结构，而且也为当今中国农作物的组成奠定了基础。

由于明清时期商品经济的发展，一些经济作物的集中产区也逐步形成。杭嘉湖平原、珠江三角洲成了蚕桑区，福建、广东、台湾成为甘蔗的主产区；福建的浦城、浙江塘西、山东济宁、湖南衡州成为烟草的主要产区；江浙沿海、湖南、湖北、江西沿江地区、华北平原成为棉花的主产区；闽粤沿海、江苏北部、山东、河南、河北成了花生的主产区，中国的农作物布局至此也已基本形成。

公元1840年鸦片战争以后，由于西方农业科学技术的传入，传统的农业生产技术开始发生变化，此后，中国便进入了近代农业的历史阶段。

（闵宗殿）

中国水稻研究所 (The Chinese National Rice Reserach Institute)　以水稻为主要对象的研究机构。研究有关提高稻米品质、产量和经济效益的育种、栽培科学技术和理论问题，以及稻种质资源的收集、保存、评价和利用，并组织全国有关水稻重点科技项目协作和综合发展研究。于1981年7月经国务院批准建立，由农牧渔业部和浙江省人民政府领导、中国农业科学院管理。地址在浙江杭州。截止到1986年，所内有科研人员227人，其中高级研究人员14名，中级研究人员56名，还有国内兼职研究员4名，国外名誉研究员1名。设有遗传育种、品种资源、生物工程、植物保护、土壤与植物营养、植物生理、谷物化学与加工、农艺、农业工程、农业经济和区划、电子计算机应用、科技情报等12个研究系，另在富阳县有一个450多公顷的实验农场。中国水稻研究所建所时得到世界银行贷款以及联合国开发计划署、美国洛克菲勒基金会等机构的资助，还与国际水稻研究所等国外研究机构在科学研究、人员培训、科技交流等方面有密切联系。出版刊物有《中国水稻研究所丛刊》和《国外农学——水稻》等。

（黄明天）

《中国水稻栽培学》(*Rice Production in China*)　中国第一部水稻理论专著。由水稻专家丁颖教授主编、29位稻作专家执笔。是50年代全面而系统总结中国水稻（包括陆稻）的生产经验、栽培技术及科学成就的专著。

全书分三部分共二十四章。第一部分通论包括七章，概述中国稻作发展过程及其成就；系统地阐述中国稻种起源和演变；稻的植物形态、生理、生育特性及其与气候、土壤等生态条件的关系；全国稻区的划分。第二部分品种包括三章，综述栽培稻种的分类、品种选育和中国各稻区的优良品种概况。第三部分为耕作栽培技术，包括十四章，分深耕整田、育秧、合理密植、施肥、灌溉排水、田间管理、轮栽、直播栽培、病虫及其防治、栽培机械化、收获、贮藏和加工利用。最后还对稻作的特殊类型和栽培方法如陆稻、深水稻、间作稻、再生稻、夹根稻、三季稻、冬稻等作了扼要的论述。

本书于1961年由农业出版社出版，有773千字，表256张，图130幅，彩图14幅。

（林世成）

中国水稻主要优良品种(important rice cultivars in China)　是人们在一定的生态条件下，根据中国生产的需要，经选择、培育出的水稻群体。该群体的遗传性比较稳定，经济性状和植物形态特征比较一致，在一定自然和栽培条件下，可得到符合人们要求的高产、优质产品。

在生产上起过重要作用，并有代表性的一些品种是：

早籼

南特号　原名赣早籼1号，原产江西省南昌县，1934年前南昌农业试验场等单位选出。株高100～120厘米，穗长20～30厘米，每穗粒数80～90粒，无芒或间有短芒，千粒重28克，生育期105～110天。苗期耐寒力弱，分蘖中等，较耐肥，抗螟避螟，抗稻瘟病较强，耐旱耐涝，适应性广。分布在江西、湖南、湖北、浙江、江苏、安徽、四川、福建、广东、广西、甘肃、河南等省（自治区），1958年推广总面积330万公顷，一般增产10%左右。

莲塘早　1947年江西农业科学研究所用赣农3425/南特号杂交育成。株高90～110厘米，穗长16～19厘米，每穗粒数60粒，无芒，谷粒小，千粒重23～25克，生育期94～104天，苗期不耐寒，分蘖少，较耐肥，抗倒伏，抗稻瘟病，但易感染赤枯病，易落粒发芽。1958年江西省各地推广2 000公顷，较本地早熟种增产5～19%，在湖南、湖北、安徽、浙江、四川等省也有部分种植。

陆财号　福建省仙游县农民陆财1948年从南特号单株选育而成，1956年定名陆财号。株高110厘米，穗长16～18厘米，每穗80多粒，生育期105～110天。适应性广，耐肥，耐旱，耐涝，分蘖力较差，灌浆慢，粒易脱落，较抗倒伏，分布于福建、浙江、广东等省。1958年福建全省种植面积达13 000公顷左右，比当地一般品种增产10%以上。

矮脚南特　广东省潮阳县灶浦公社东仓大队农民洪春利、洪群英1956年从南特16中系选育成。株高70～80厘米，穗长16～18厘米，每穗粒数65～80粒，无芒，千粒重25克，生育期115～120天，分蘖力强，耐肥力强，不易倒伏，易感稻瘟病、纹枯病，抗逆性不强，易落粒，耐寒性中等。是中国较早推广的矮秆良种，也是中国矮化育种主要矮源之一。60年代初期，中国南方各省广为种植，适应范围较广，一般较当地高秆品种增产10%以上。

二九青　浙江省农业科学院1969年用中籼二九矮7号与青小金早杂交育成。属早籼早熟种，株高70～80厘米，株型紧凑，叶片挺直，适宜密植。每穗60～80粒，结实率80%左右，千粒重24～26克，生育期105天左右。感温性强，耐寒性差，分蘖力弱，耐肥力中等，抗稻瘟病能力较强，米质较好，适应性强。曾广泛分布于浙江、安徽、湖南、湖北等省。在一般肥力条件下，每公顷4 500～5 200千克；在较高的肥力和

管理条件下，每公顷可达6 000千克以上。1985年种植面积42.6万公顷。

先锋一号　又名先锋矮。浙江农业大学用广场矮与陆财号杂交，于1966年育成。株高80厘米，穗长20厘米，每穗80粒，结实率75%左右，千粒重25～26克，全生育期115～120天，苗期较耐寒，适于早播，分蘖力中等，轻度到中度感穗颈瘟和纹枯病。分布于安徽、江西、湖北、湖南、广东等省。1982年种植面积60万公顷，1985年21.7万公顷。

广陆矮四号　广东省农科院1962年用广场矮3784/陆财号杂交，于1967年育成。早籼。株高80～85厘米，穗粒数65～80粒，千粒重26～27克。生育期110～120天左右，分蘖力较强，抗旱力较强，耐肥抗倒，易感纹枯病、白叶枯病。分布广东、上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖南、湖北等地，1982年种植面积127万公顷，1985年76.2万公顷，曾是长江流域双季早稻主要品种。

湘矮早9号　湖南省农业科学院用691与湘矮4号杂交育成。早籼，全生育期103天左右，矮秆、长势壮旺，穗大粒多，单株分蘖力强，根群发达，后期转色好、结实率高，每穗粒数120粒左右，耐肥力较强，抗白叶枯病力较弱。分布于江西、湖南、广西、广东等省(自治区)，1982年种植面积达75万公顷。

原丰早　浙江省农业科学院原子能研究室1971年用钴60γ射线照射科字6号，后经过选育于1973年育成。株高79～80厘米，穗长21厘米，每穗粒数80～90粒，千粒重22～23克，生育期105～110天，苗期抗寒力较弱，耐肥力中等，易感稻瘟病、白叶枯病，不易早衰，不易落粒。分布于上海、江苏、安徽、浙江、江西、湖北、湖南等省、市，1982年种植面积达79万公顷，1985年13.5万多公顷，每公顷一般产5 250～6 000千克。

红410　浙江省温州地区农业科学研究所用珍汕96与龙菲313杂交育成珍龙410。福建省同安县良种场引进后发现分离现象，从中选出稃端红色的株系而育成此品种。株高60～80厘米，千粒重28～30克，每穗仅40～60粒，全生育期110～115天，结实率85～95%，穗短，较抗病虫害，谷壳薄，易在穗上发芽。分布于广东、福建、江西、湖南、广西等省(自治区)，1982年推广面积达49万公顷，1985年27.4万公顷，一般每公顷产3 750～4 500千克。

竹系26　江苏省镇江地区农业科学研究所从竹莲矮中选取变异单株，于1974年育成。株高70厘米左右，株型适中，生育期110天左右。分蘖力中等，成穗率较高，结实率80%左右，灌浆速度快。生长清秀，后期转色好，秧龄弹性大。每穗60～70粒，千粒重24克左右，米质较好。耐肥力中等，可在中等肥力地区搭配种植。分布于江苏、安徽、江西、湖南等省。1985年种植面积15万公顷。

中籼

胜利籼　1932～1936年湖南省第二农事试验场从湖南省湘潭县农家品种"选秥"选单穗培育出来的早熟中籼良种。1937年定名选秥一号，1939年改名胜利籼。高秆株型，根系发达，茎秆粗硬，剑叶倾斜，稻穗露剑叶之上，俗称"晒面禾"。穗长大紧束整齐，着粒较稀，穗下部不实率高。粒细长饱满，无芒，稃尖谷壳带黄白色。腹白较大，碎米率较高。耐瘠、耐旱、较耐肥，不易落粒，能避免螟害，感稻瘟病较轻，感白叶枯病重，易感胡麻叶斑病。再生力强，产量高而稳定。分布长江流域各省(包括豫南)，40年代成为全国栽培面积较大的品种之一。1957年不完全统计，总栽培面积130万公顷以上。比地方种增产10～30%，是中国籼型良种的主要育种亲本之一。

中农4号　前中央农业实验所四川工作站从湖南地方种临湘铁脚早中系统选育而成。株高133～150厘米，叶鞘及茎秆基部均呈紫红色，穗长21～25厘米，每穗粒数110～140粒，千粒重25～27克，全生育期126～140天。耐肥、秆硬抗倒，感病虫害轻，具有成熟快而整齐的优点。但苗期不耐寒。分布于四川、江苏、湖北、广西、安徽、福建等省(自治区)，是40年代末、50年代初南方稻区主要中籼良种之一。1957年统计，当时生产上还有85万公顷，至60年代被矮秆良种取代。

广场13号　原名13027号，原华南农业科学研究所用胜利籼/南特号杂交育成。属早籼迟熟或中籼。生长势强，株高143厘米，每穗96粒，谷粒有短芒，米质中等，千粒重27克，分蘖力中等，抗旱力和耐盐碱力较强，耐寒力中等，对穗颈稻瘟感染中等，抗白叶枯病较弱。分布于广东、福建、广西等省(自治区)的南部，1958年在佛山、高要、惠阳等地栽培面积达3.7万公顷。矮化育种用其作亲本，育成了广场矮等一系列矮秆品种。

南京1号　华东农业科学研究所以胜利籼/中农4号杂交育成，又名399，属高秆中籼。株高138～145厘米，穗长25～28厘米，每穗粒数104粒，千粒重26.3克，无芒、无色。全生育期123～133天，可作早籼迟熟种。苗期耐寒力弱、耐肥、较抗稻瘟病。分布于江苏、安徽、湖南、湖北、江西、四川等省，适应性广，比同期地方品种增产6.3～33.4%。

泸场3号　1951年原四川川南农业试验场从泸县秧公子中系选育成，属高秆中籼早中熟种。株高135～140厘米，穗长25～27厘米，每穗着粒125～140粒，千粒重25～26克，无芒。秆节、稃尖为紫色。全生育期133～135天。苗期较耐寒，长势茂盛，较抗稻瘟病，感纹枯病轻，适应中上等田栽培，肥多易倒伏。主要分布于四川南部和云南、贵州北部中稻区，1952～1958年，每年种植23万公顷左右，60年代以后，被矮秆中籼品种取代。

矮仔粘　原产南洋群岛，1948年广西壮族自治区容县一华侨引进。属中籼或早籼迟熟品种，矮秆株型，株高80～100厘米，穗长19～23厘米，每穗粒数120粒，千粒重26克左右，生育期140～150天。分蘖力强，耐肥，不易倒伏，抗寒力强，易染稻瘟病。分布于广西、广东等省（自治区），1958年广西推广约1万公顷，比一般品种增产30～50%。是中国较早推广的矮秆良种，也是矮化育种重要的矮源之一。

广场矮　广东省农业科学院1956年用矮仔粘4号与广场13杂交，于1959年育成。株高70～80厘米，茎秆粗壮坚韧，节间短，叶片短宽挺直，叶色深绿。每穗70～80粒，结实率80%左右，千粒重25克左右。谷粒有短芒，米质中等。分蘖力强，根系发达，抗倒耐肥，但不耐寒，抗白叶枯病力也弱。适应性广，不论是平原、丘陵，凡是肥力条件较好的田块，均适宜种植。一般每公顷产5 250～6 000千克，高的达7 500千克以上。60年代曾是广东等省的当家品种之一。

珍珠矮　广东省农业科学院1958年用矮仔粘4号/惠阳珍珠早杂交，于1962年育成。属中籼或早籼迟熟品种。株高90～95厘米，穗长19～20厘米，每穗粒数100粒左右，千粒重24～25克，生育期125～130天。分蘖力强，耐肥抗倒，米质中上，对稻瘟病、白叶枯病、纹枯病有轻度感染，耐寒性较强，不易早衰。1978年广东全省推广面积83.7万公顷。分布在江西、河南、湖北、湖南、广西、广东、四川、贵州等省（自治区）。

南京11号　原中国农业科学院江苏分院于1967年用高秆的南京6号与矮秆的二九矮4号杂交育成。株高90厘米左右，每穗粒数100粒，千粒重26～28克，生育期125～130天，抗寒力强，耐肥、抗倒，抗白叶枯病和稻瘟病一般，抗纹枯病弱，易在田里发芽。分布于江苏、安徽、河南、四川、陕西、广东等省，1982年推广面积49.8万公顷，1985年17万多公顷，每公顷产5 250～6 000千克。

泸双1011　四川省农业科学院水稻研究所于1971年以矮脚南特号/马边双须谷杂交育成，全生育期135～137天，属中籼早、中熟种。株高95～100厘米，分蘖力中等，每穗着粒110～125粒。穗长25～27厘米，穗尖有顶芒，谷粒浅黄色，米质中上，出糙率80%，精米率75%。苗期较耐寒，叶色淡绿、株形紧散适度，分蘖中上，成穗率75%，后期转色良好，对光温反应迟钝，适应性广，较抗稻瘟病、纹枯病、稻曲病。一般每公顷6 750千克左右，高的7 500千克以上。1976年在四川最大面积达96万公顷，是70年代中稻地区主要良种之一，至1985年生产上还有4万公顷。主要分布于四川、云南两省及贵州省北部，陕南、鄂北也有少量种植。

桂朝2号　广东省农业科学院于1973年用晚稻桂阳矮49和朝阳早18杂交育成的。中籼。株高100厘米，每穗粒数80～100粒，千粒重25克左右，晚稻种植生育期110天，作早稻种植130天，作中稻种植145～150天。抗纹枯病力较强，易感稻曲病，后期若遇台风雨容易倒伏和出现穗发芽。具有较高的增产潜力，一般每公顷产6 750千克左右。稻米加工品质较好，但食味品质较差。分布于江苏、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广西、广东、四川、贵州、陕西等省（自治区），1982年种植面积达208万公顷。1985年还有81万多公顷。

晚籼

浙场3号　1949年前浙江省稻麦改良场选育，全生育期130～145天，属晚籼迟熟种。高秆株形，株高90～120厘米，分蘖力强，穗小，每穗粒数50～90粒，千粒重20～22克，米质较优。后期较耐寒，不耐肥，易倒伏，抗稻瘟病差，能避螟害，适应性广。主要分布于浙江、四川两省作双季晚稻，少数地区作一季晚稻。

浙场9号　1949年前浙江省农业改进所从宁波地方品种晚青中选出，全生育期150～160天，属晚籼迟熟种。高秆株型，株高100～120厘米，分蘖力很强，秆细软，不抗倒伏。穗长18～19厘米，每穗80～100粒，有短芒，千粒重26克左右。较耐肥，抗颈稻瘟病弱。40～50年代分布于四川泸州、江津，江西南昌、上饶及浙江省西北部，湖南、福建等省也有部分种植。一般每公顷产3 000～3 750千克，比地方种增产10～26%。

包胎矮　广西壮族自治区玉林地区农业试验站于1959年用中山红136与秋矮133（矮仔粘）杂交选育而成。株高105厘米，穗大粒小而饱满，一般每穗80～100粒，结实率90%，千粒重22克左右，全生育期140～145天。适应性广，较耐肥、抗病、易脱粒，但易感胡麻叶斑病，抗寒力较强，抽穗期遇"寒露风"为害时较其他晚籼损失率低。分布于福建、广东、广西等省（自治区），1982年推广面积20万公顷，1985年3.6万公顷。

包选2号　广西壮族自治区玉林地区农业试验站从包胎白分离单株选育而成。株高100～105厘米，穗中长，每穗粒数85粒，千粒重21克左右，生育期105～110天，分蘖力中等，抗病虫力较强，适应性广，产量稳定，较易倒伏，抗寒力中等。分布于广东、广西等省（自治区），1982年广东省种植面积49万公顷，1985年24.4万公顷。

团结1号　广西壮族自治区博白县农业科学研究所1966年从广二矮变异单株选育而成。株高85厘米左右，穗大粒多，每穗100粒，结实率高，千粒重23克左右，生育期125天左右，耐寒力强，适应性广，抗白叶枯病差，易受虫害，抗落粒性、抗倒伏性均较弱，后期有早衰现象。分布于广西、广东等省（自治区），1982年种植面积24万公顷，1985年12.2万公顷，一般单产3 700千克/公顷。

余赤231-8　湖南农学院用余晚6号与赤块选杂交选育而成。1975年定型，1977～1978年参加省区域

试验，产量列供试品种首位。该品种感温性较强，感光性较弱，全生育期130天左右，株高80～90厘米，株型紧凑，分蘖力较强，成穗率高，抽穗成熟整齐，谷壳薄，糙米率80%，米白色透明，心腹白小，米质和食味好。适应性广，对黑尾叶蝉，青、黄矮病，白叶枯病，细菌性条斑病均有一定抗性，后期耐寒性也强，适宜中上肥力水平的田种植。分布于长江中下游等地区，1985年种植面积34.5万公顷。

粳稻品种

黄壳早廿日　江苏省江阴县农民唐宝铭从地方种早十日中选出。1952年后进行试验推广。中粳。株高120～130厘米，穗长20厘米，有长芒，每穗100粒，千粒重26克左右，生育期140～150天，分蘖力强，较耐肥，易感染病虫害。分布在江苏省，比当地品种增产10%以上，在安徽、山东、湖北、河南等省也有分布。

水原三百粒　1948年天津市小站农民潘富荣秋收时在种水原的田里发现了一株（三穗）秆硬、不倒、穗大粒多的稻子，保留繁殖而成。中粳。株高110～115厘米，穗长17.4～20厘米，每穗122～164粒，千粒重27克左右，生育期在北方为150～160天。耐寒、抗倒，穗紧密整齐，不易落粒，在河北省表现对稻瘟病抵抗力不强。分布于湖南、湖北、河北、山东、天津等省、市，比当地种增产30%左右。

银坊　原名中生银坊主，1940年由日本富山县农事试验场引入，开始在天津军粮城农业试验场种植，1947年在天津推广。中粳。株高107～115厘米，穗长15～20厘米，每穗140～170粒，无芒或偶有短芒，千粒重27克左右，生育期155～166天。分蘖力中等，耐肥抗倒，品质优良，有粘性，不易落粒，耐寒性也强，对稻瘟病抵抗力较弱，粒易发芽。分布于河北、四川、山西、山东、河南、陕西、湖北、江苏、福建等省，比当地种增产30%左右。

南粳35号　江苏省农业科学院粮食作物研究所用（农垦57×桂花黄）/IR26）F_1和（农垦57/台中育39）的复合杂交，于1978年育成。中粳。株高90厘米左右，穗粒数130左右，千粒重23～25克，结实率85～90%，生育期140～143天，耐肥抗倒，分蘖力较弱，中抗白叶枯病、稻瘟病，后期耐低温性偏弱，灌浆速度慢，千粒重偏低，易穗上发芽。1982年江苏省种植面积达3万公顷左右。

川大粳稻　是前四川大学农学院从台湾引进的台农38号中单穗选出。中粳。株高110～120厘米，叶片较宽，颜色深绿，穗大粒多，着粒较密，腹白少，米质好。分蘖中等，耐肥，苗期耐寒，较抗病，成熟整齐。20世纪50年代在四川、云南、贵州等省大面积种植。

西农175　原西南农业科学研究所育成。属多穗型中晚熟品种。株高100厘米左右，每穗100粒左右，千粒重28克左右，全生育期160～170天。株型紧凑，叶直生，耐肥、抗倒，特别适合于较高度的密植。比较耐寒，成熟性能较好，出米率高，米质较为优良，还有比较耐涝、抗旱、稻草产量高等优点。适宜贵州省高寒半山坝地栽培。

桂花黄　又名苏粳1号。江苏省苏州地区农业科学研究所从意大利的伯利拉中系统选育而成的中粳品种。作单季稻150天左右，株高90～100厘米，每穗80粒左右；作后季稻125～130天，株高约70厘米，每穗60～70粒，千粒重26～27克。株型紧凑，茎秆粗壮，生长清秀，耐肥抗倒，叶片短宽、挺直，叶肉厚，叶色深，分蘖弱，穗大粒多。较抗稻瘟病和纹枯病。作单季稻栽培每公顷产量可达7 500千克，作后季稻5 500～6 000千克。江苏省曾发展到67万公顷。

老来青　上海市松江县全国劳动模范陈永康从当地晚粳中选出。晚粳。株高122厘米，成熟时茎秆仍带绿色，穗长20～21厘米，无芒或有顶芒，千粒重30～32克，生育期，单季晚稻145～175天，作双季晚稻140～149天，耐肥，较抗倒伏，空壳率低，抗白叶枯病较强，但易感纹枯病和穗颈稻瘟病。分布在长江中、下游两岸及浙江省东部北部平原，比当地品种增产10～22%。

沪选19　上海市农业科学院从农垦57中系统选育而成。晚粳。株高75厘米左右，穗长13厘米，每穗40～45粒，实粒率85%，千粒重27克，全生育期130～135天，谷壳薄，出米率高，后期耐低温能力较强，抗病力中等。分布于江苏、湖北、安徽、广东、上海等省市，1982年推广面积3万公顷。

农垦58　原农垦部1957年由日本引入，定名为农垦58。晚粳。株型紧凑，秆较矮，株高一季晚稻98～112厘米，双季晚稻65～80厘米，叶色浓绿，分蘖力强，成穗率高，耐肥抗倒，抽穗整齐，灌浆快，后期抗寒，较耐迟播，适应性广，穗长15～19厘米，每穗65～90粒，结实率82%，作单季晚稻有顶芒，作双季晚稻无芒。千粒重26～29克，作单季晚稻种植生育期165～170天，作双季晚稻为145天左右，较抗白叶枯病，不抗黄矮病及穗颈稻瘟。分布在江苏、浙江、湖南、湖北、安徽等省。1975年长江流域种植345万公顷左右，一般单产6 000千克/公顷以上。

农虎6号　浙江省嘉兴地区农业科学研究所用农垦58/老虎稻杂交育成。属迟熟晚粳品种。株高，一季晚稻100厘米左右，双季晚稻85厘米左右。株型紧凑，茎秆坚韧，剑叶角度小，叶色浓绿。穗形较紧，着粒密，每穗50～60粒，千粒重24～28克，米质好。分蘖力中等，成穗率高。全生育期一季晚稻为165天左右，双季晚稻为140天左右，耐肥抗倒，抗寒力也强，不易早衰，较抗稻瘟病、小球菌核病和黄矮病。分布于上海、安徽、浙江等省（市），一般单产4 500～5 500千

克/公顷，高产可达7 500千克/公顷以上，1982年种植面积22.9万公顷。

鄂晚5号　湖北省农业科学院粮食作物研究所用鄂晚3号与1243杂交，于1976年选育而成。晚粳。株高85～95厘米，穗长16～19厘米，每穗60～70粒，千粒重23～24克，作双季晚稻生育期120～125天。分蘖力中等，抽穗整齐，成穗率高，抗病性较好，特别是抗白叶枯病，较抗稻瘟病、纹枯病等，容易脱粒。分布于湖北，1982年种植1.4万公顷，比沪选19增产10.2%以上，一般单产5 500～6 000千克/公顷。1985年种植面积18.6万公顷。

台中65　台湾省台中区农业改良所于1936年育成，亲本是龟治和神力。株高110厘米左右，无芒，每穗粒数60～90粒，千粒重25克左右。全生育期100～120天，抗寒性中等，较抗倒伏，抗白叶枯病，感染稻瘟病，对斑飞虱有一定的抗性。籽粒圆形，透明度好，心白极少，米质好。50年代末60年代初为台湾省的主要推广品种，1957年的种植面积为10.5万公顷，单位面积产量为4 000～5 000千克/公顷。

嘉南8号　台湾省台南区农业改良场于1941年育成，亲本是南育183和台中65。株高100厘米左右，每穗粒数为100～120粒。千粒重22～23克，全生育期120天左右。抗寒，抗倒伏性中等，抗白叶枯病。籽粒短宽呈圆粒，透明度较高，食味品质也好。60年代为台湾省的重要推广品种，最高年种植面积14万公顷，单位面积产量为300～500千克/公顷。

台南5号　又名南改育24号，由台湾省台南区农业改良场于1965年育成，亲本是高雄18和嘉南8号。株高105厘米左右，每穗粒数95～110粒，千粒重约26克，全生育期100～120天。耐寒性较强，抗倒伏性中等，抗白叶枯病，也较抗稻瘟病。在台湾省各区均有种植，大面积推广达20年之久（1966～1986年）。70年代中期，最大种植面积达40多万公顷，单位面积产量4 500～5 500千克/公顷。

台农67　台湾省农业试验所用台中试138和台农61作亲本于1978年育成。株高100厘米左右，每穗粒数70～90粒，千粒重25克左右。全生育期100～110天，抗寒，抗倒伏，抗白叶枯病和纹枯病。粒短宽呈圆形。籽粒透明度高，食味品质好，为台湾省80年代主要推广品种，全省各县均有种植，最高年种植面积达45万公顷，单位面积产量为4 000～6 000千克/公顷。

杂交稻优良组合

南优2号　二九南1号A×IR24。株高103厘米左右，全生育期144天，杂交优势明显，分蘖力强，每穗150粒左右，千粒重24克左右，抗倒性和抗病性均较差，易感白叶枯病、纹枯病，抽穗期不耐高温，结实率低，易落粒。分布于长江以南各地。

南优6号　二九南1号A×IR26。作中稻株高为90厘米左右，作晚稻为80厘米左右。千粒重26克左右，间有短芒。生育期中稻132天左右，晚稻125天以上。分蘖力较强，抽穗整齐，耐肥抗倒，较抗白叶枯病，抽穗扬花期间对温湿度反应敏感。分布于江苏、湖北等省，1982年种植面积1.2万公顷，一般单产6 000～7 500千克/公顷。

汕优2号　珍汕97A×IR24。株高90～110厘米，穗长21厘米左右，每穗110～140粒，结实率70～80%，千粒重27～28克，全生育期，作中稻为130～140天，作双季晚稻为125～130天，分蘖力较强，成穗率较高，对高低温适应能力较强，较抗稻瘟病，不抗白叶枯病，易感纹枯病，适应性较强。分布于湖北、福建、江西、广东、四川、贵州等省，1982年种植面积达150万公顷。一般单产6 000～7 500千克/公顷，1985年种植229万多公顷。

汕优6号　珍汕97A×IR26。作一季稻株高90厘米，作双季晚稻80～85厘米，作一季稻每穗150粒左右，作双季晚稻120粒左右，结实率80～85%，千粒重25～26克，生育期一季稻138天，双晚125天，分蘖力强，成穗高，抗稻瘟病和白叶枯病能力强。分布于安徽、福建、湖北、浙江、湖南、广东、四川等省，1985年种植面积90.4万公顷，一般单产6 500～7 500千克/公顷。

汕优63　珍汕97A×明恢63　作中稻栽培全生育期139天，作晚稻栽培全生育期130天。苗期较耐低温，秧田出叶速度快，分蘖力强，生长繁茂，青秀，穗大，结实和成穗率高，米质较优，适口性好。对稻瘟病抗性较强，但对黄矮病和普通矮缩病抗性较弱。1985年推广面积39.3万公顷。

威优6号　V20A×IR26。株高85～100厘米，穗长21～23厘米，每穗130粒左右，千粒重29克左右，生育期125～130天，分蘖力中等，抽穗整齐，成穗率高，耐肥抗倒，抗病能力较强，后期易早衰。分布于福建、湖南、广东、四川等省，1982年种植面积为106万公顷，1985年种植117万多公顷。

威优35号　V20A×二六窄早。早籼。株高85～95厘米，千粒重27～29克。耐肥抗倒，后期转色正常，能抗多种稻瘟病生理小种，较抗稻飞虱和纹枯病。分布于长江流域各省，适宜在23°N以北、28°N以南地区作双季早稻，1984年推广4.5万公顷，单产7 500千克/公顷。1985年种植9.2万公顷。

威优64号　V20A×测64。株高适中，株型紧凑，长势旺，抽穗整齐，有效穗多，结实率高，全生育期早稻125天左右，作晚稻为108天。分蘖力强，抗稻瘟病、白叶枯病、稻飞虱等多种病虫。分布于安徽、江西、福建、湖南等省，1984年种植20万公顷左右，1985年种植61.6万公顷。

黎优57　黎明A×C57。株型整齐，株高105～

110厘米，出米率80～83%。耐肥，抗倒性强，抗白叶枯病较差。在较低生产条件下增产幅度大，一般单产8 250～9 000千克/公顷。1985年种植9.4万公顷。

（娄希祉）

《中国甜菜栽培学》（*Sugarbeet Production in China*） 阐述中国甜菜栽培技术及其理论基础的专著。由中国农业科学院甜菜研究所主编，组织全国甜菜科研、教学、生产单位的专业人员集体撰写。

全书17章分四部分 第一部分，论述中国古代食用甜菜和当代糖用甜菜的生产发展，及其在国民经济中的意义和取得的科研成就，论证中国甜菜栽培划分为：北方春播区、黄淮流域夏播区、长江流域秋冬播区等三个区域；第二部分，介绍甜菜的形态结构与生物学特性，重点论述甜菜生长、发育与外界环境条件关系，叙述甜菜的进化与分类；第三部分，重点论述甜菜的主要栽培技术，以及甜菜收获后保藏中的生物化学特点，物质转化，甜菜综合利用与主要病虫害的发生规律和防治措施；第四部分，论述甜菜遗传理论基础及甜菜育种和良种繁育，重点阐述1949年以来中国甜菜分区育种的成就。

1984年由农业出版社出版，全书434页，600千字。

（冯玉麟）

中国甜菜种植区（sugar beet regions in China） 根据生态条件、地理位置、栽培制度和社会经济特点，划分的甜菜种植区域。中国从22°N～50°N之间都有甜菜种植，划分为春播和夏播两个栽培区（见图）。

春播区 甜菜集中产区，主要分布在35°N～48°N、80°E～132°E之间的一年一熟地区。种植面积占全国甜菜总面积95%以上，按地理位置分为：

东北春播区 集中在黑龙江省的松嫩平原、三江平原和牡丹江谷地，吉林省中部和西部平原，以及内蒙古自治区东部和辽宁省西部地区。种植面积约占全国甜菜总面积的70%（其中黑龙江省占60%左右），是全国最大甜菜产区。

本区地处温带和寒温带高纬度地区，属于大陆性气候，光、热、水、土等自然条件都适于甜菜种植。本区≥10℃的积温2 400～3 000℃，年平均气温-0.6～6.0℃，全年无霜期120～179天。全年日照2 500～2 800小时。秋季晴朗，气温日较差较大，达9～13℃，有利于糖分积累。一般含糖率16%，北部较南部含糖率高1～2%（绝对值）。全年降水量400～700毫米，由南



中国甜菜种植区分布

向北，由东向西逐渐减少。除幼苗期以外，降水时期与甜菜需水期基本一致，能够满足甜菜生育需要。西部地区，降水较少，年降水量仅400毫米，对甜菜生长不利，但地下水资源丰富，有一定灌溉条件。本区土壤多为黑土、黑钙土，地势平坦，土层深厚，自然肥力较高，适于甜菜生长。但有部分地区为盐碱土，土层较薄，自然肥力较低，缺少磷素，土壤pH值较高。甜菜是耐盐碱作物，在盐碱土上也能种植。

本区为一年一熟制，普遍采取垄作，实行4～6年轮作，前茬多为春麦、亚麻和玉米。播种期为4月中旬至5月初，收获期为9月下旬至10月上中旬，由北向南播种期逐渐提早，而收获期逐渐推迟，其变化幅度为10～15天。本区主要自然灾害是春末夏初干旱，春季多风，特别是西部地区春旱、风害严重，造成甜菜保苗率低，单产不高的主要原因。种植甜菜除了加强伏秋整地，改善土壤水分状况外，还要采取"坐水种"（刨坑浇水后播种）等抗旱保苗措施。7月至8月份雨季来临，降水量多而集中，加上气温增高，致使甜菜褐斑病普遍发生，由北向南，由西向东褐斑病罹病逐渐严重，一般减产10%以上，含糖率下降1%（绝对值）以上。在地势低洼和土壤粘重地块常发生根腐病，造成减产甚至绝产。本区甜菜种植面积较大，但单产较低，增产潜力大。在栽培技术上，采取抗春旱保苗、选用抗褐斑病品种、推行深松、增施有机肥和磷肥等措施。

华北春播区　主要分布于内蒙古自治区西部的河套黄河灌区和土默特平原、山西省北部、河北省的张家口地区和北京市郊区。种植面积约占全国的1/6。其中以内蒙古自治区的种植面积最大，占全国甜菜总面积的12%以上，种植面积和总产量均居全国第二位。

本区的气候特点是冬季严寒、干燥、大陆性气候强烈，气温变化急剧。≥10℃积温为2 300～3 200℃，无霜期120～140天，在生育期间气温日较差较大，7月至9月为13～14℃。日照充足，辐射热量大，全年日照2 800～3 200小时，有利于甜菜糖分积累。块根的平均含糖率比东北春播区高2%（绝对值）左右。年降水量虽然只有300～370毫米，但大部分种植区都有灌溉条件，是高产高糖区。块根产量一般在22.5～30.0吨/公顷，大面积高产田可达60.0吨/公顷。本区的土壤主要有淡栗钙土、栗钙土和暗栗钙土和黄垆土，后两种土壤有机质含量为2～4%，高者达6%以上。黑黄土的土质疏松、土性暖，有利于块根增长。

本区一般为一年一熟制，前作多为春小麦、莜麦，四年为一轮作周期。通常4月上中旬播种，10月中下旬收获。普遍采取平作栽培，实行畦灌。由于灌溉不当，土壤次生盐渍化较为普遍，且逐年加重，影响甜菜生长。甜菜象甲和黄化病毒病普遍发生，甜菜褐斑病逐渐蔓延。实行精耕细作，增施有机肥料，合理灌溉，可防止土壤次生盐渍化。需选用抗病、耐盐碱的优良品种，加强病虫害防治。

西北春播区　主要分布在新疆维吾尔自治区的玛纳斯河和伊犁河流域，以及甘肃省的河西走廊和宁夏回族自治区的黄河灌区。甜菜种植面积占全国的1/10。

本区属于温带强大陆性气候，为干旱和半干旱地区。甜菜生育期间气温较高，≥10℃积温3 000～3 900℃，生长期180天以上，比东北春播甜菜区和华北春播甜菜区多10～30天。日照充足，辐射热量多，全年日照时数3 000～3 400小时，气温日较差大，达14℃以上，有利于糖分积累。甜菜生育期雨量稀少，但绝大部分地区有灌溉条件，可以满足甜菜生长的需要。一般含糖率为17～19%，高者20%以上，是甜菜高糖地区。土壤主要有棕钙土、灰棕漠土、灰板土、二潮土、栗钙土以及盐碱土等，其中灰板土和二潮土分布在河西走廊，土壤有机质含量较高。分布在宁夏回族自治区西部和北部，甘肃省中部，新疆维吾尔自治区东北边缘的灰棕土、棕钙土以及准噶尔盆地的灰棕漠土，有机质含量低。

本区主要是一年一熟制，前作多为小麦和棉花，后作多为玉米，轮作周期4～8年。普遍实行平作。灌溉方法在新疆维吾尔自治区多采用浸润灌溉，或平作后起垄，开沟灌溉；宁夏回族自治区和甘肃省多采取畦灌。甜菜象甲为苗期的主要害虫。新疆维吾尔自治区由于气候干旱、高温，易发生白粉病，造成减产，降低含糖率。应选用抗病品种，和绿肥轮作，增施有机肥，加强防治病虫害。

湖北省恩施地区、贵州省毕节地区、四川省阿坝自治州等海拔1 000米左右的山区，也有零星种植，其中贵州省西部的威宁和赫章县一带，气候温凉湿润，日照时数较多，≥10℃积温3 600℃以上，降水量800毫米，适宜甜菜生长。

夏播区　20世纪70年代发展起来的甜菜产区，分布在32°N～38°N之间的山东半岛、苏北、渭南、晋南，以及冀南二年三熟或一年二熟地区，占全国甜菜总面积2%左右。本区气温高，年平均13～15℃，甜菜生育期≥10℃积温2 700～3 200℃，无霜期220～260天，降水量450～800毫米。糖分积累期的气温日较差为10～12℃，日照时数较多，6月至11月日照时数为1 000～1 200小时。土壤有褐土、棕壤、黄棕壤和潮土，以及滨海潮土、滨海盐土。这些土壤基本上适于甜菜生长。一般利用冬小麦和冬油菜等茬口，在6月上中旬播种，或提前50～60天育苗，于夏收作物收获后移栽。有平作、畦作、垄作和平作后起垄。灌溉地区多采用平作或畦作，便于控制灌水量和田间管理，非灌溉区多采用垄作或平作后起垄。种植方式多为等距配置，也有采取大小垄（大垄60厘米，小垄40厘米）双行配置。本区甜菜播种正值"三夏"大忙季节，劳动力和畜力紧张，往往推迟播种，影响甜菜产量，可推行油菜茬接种甜菜

或育苗移栽。夏播甜菜易出现"高青顶"(根头徒长)和感染褐斑病。应选优良品种，加强病虫害防治。

（蔡　葆）

《中国香料植物栽培与加工》(*The Production and Processing of Essential Oils of Aromatic Plants in China*)　综合介绍香料作物理论与技术的专著。由轻工业部香料工业科学研究所、中国科学院植物研究所等8个单位有关专家集体编写，植物专家俞德浚主审。

全书在总结近30多年来中国香料植物的栽培和加工经验的基础上编写，分总论和各论两部分。总论共6章，概述了中国香料植物的分布和利用，栽培技术，引种与选育，加工工艺与设备，精油理化性质测定和成分分析。各论将中国69种主要香料植物分种介绍其植物学特征，原产地与栽培区域，生长习性，栽培技术，采收与加工和经济用途。本书图文并茂，为中国香料植物方面的重要专著。

1985年由北京轻工业出版社出版。全书435页，628千字，每种植物均附有形态图。

（吴　华）

《中国小麦品种及其系谱》(*Chinese Wheat Cultivars and Genealogies*)　全面介绍中国小麦品种及其来源的专著。以总结中国利用国内外小麦种质资源和选配亲本的经验为目的，分区论述1949～1980年间中国小麦育成品种的性状表现和系谱组成，并探讨不同类型亲本在主要经济性状上的遗传传递关系的一部专著。本书由小麦专家金善宝主编，组织全国部分小麦育种工作者集体撰写。

本书共分12章，首先在绪论中概述了中国小麦地方品种的基本特性和利用国内外小麦种质资源的一般效果；继则将全国划分为十个麦区，分区概略介绍地理范围、自然条件和小麦生产情况与品种面貌，回顾生产使用品种的演变历史，并在此基础上对主要育成品种按其特色或组合特点，分析其系谱组成和性状遗传关系；最后论述了亲本选配的一般规律，骨干亲本的作用和抗锈、早熟、矮化高产育种的成就与主要经验。在结尾一章根据分区系谱分析结果，除明确地方品种是改良品种的基础外，着重肯定了燕大1817、江东门、成都光头、蚂蚱麦、蚰包麦(以上属地方品种)、碧蚂4号、北京8号、西农6028、五一麦(以上属杂交选育品种)、南大2419(Mentana选系)、欧柔(Orofen)、阿夫(Funo)、阿勃(Abbondana)、早洋(Early Premium)(以上属外引品种)14个骨干亲本的作用。利用这些骨干品种为亲本，先后育成864个优良品种及衍生种，其中与南大2419、欧柔两个骨干亲本有血缘关系的各达110个之多。

中国从20世纪20年代就开始从事现代小麦品种改良工作。先后育成了近千个优良品种。把半个世纪以来各方面的经验加以集中和系统化，概括出不同地区小麦育种在取材和方法上的发展变化。本书除文字阐述和系谱图解外，在附录中还列有三十多年间全国育成的小麦品种及其主要亲本(国内亲本近千个，国外亲本100余个)一览表，以及全国50多个主要小麦育种点的自然条件和小麦物候期图表。

本书由农业出版社在1983年出版，417页，580千字。先后被评为1984年全国优秀科技著作一等奖和农牧渔业部1985年科技进步一等奖。

（黄佩民）

《中国小麦品种志》(*Records of Chinese Wheat Cultivars*)　以记述中国小麦优良品种为目的志书。由《中国小麦品种志》编辑委员会于1959年组织全国主要产麦区的有关小麦科学工作者在对中国主要小麦品种系统整理与总结的基础上汇编而成。主编金善宝、刘定安。1964年由农业出版社出版，全书共560页，595千字。入志品种623个，其中包括：①当时生产上应用的品种；②以前生产上应用过现仍有一定面积的品种；③新育成或新引进，经试验、示范和推广后表现良好的品种；④中国特有类型的品种。对其中比较重要或典型的代表品种附有照片139幅。本书除品种分述外，并有中国小麦品种概论、小麦品种特征特性和术语解释及标准说明、中国栽培小麦种和变种检索表、品种索引表等部分。

80年代初，鉴于全国各地又育成了许多新品种，该书编委会又组织有关专家编写1962～1982年品种的续编本，仍由金善宝主编，农业出版社1985年出版。入志品种472个，标本照片162幅，733千字。品种入志的原则是：①常年小麦种植面积在67万公顷以上的省(自治区)，品种推广面积占种植面积1%以上；②常年小麦种植面积67万公顷以内的省(自治区)，品种推广面积占种植面积0.3%以上；③虽然面积不大，但确具特色和适应特定生产条件的品种。

（钱曼懋）

《中国小麦栽培学》(*Wheat Production in China*)　中国现代第一部较全面的介绍小麦栽培理论与技术经验的专著。由小麦专家金善宝主编，组织全国部分小麦科技工作者，在总结中国小麦生产经验和科研成果以及参阅世界小麦先进国家有关文献的基础上集体编写。全面介绍了中国50年代小麦生产发展和栽培技术改革的成就，叙述了中国小麦栽培技术的丰富遗产、小麦分布和区划、品种资源以及栽培的生物学基础，并按栽培技术环节，分别介绍了轮作倒茬、深耕整地、施肥、灌溉、选用良种、合理密植与播种技术、防治病虫害及其他灾害、田间管理、栽培的机械化与主要机具、收获贮藏等内容，阐明了各有

关方面的技术措施及其科学道理，并划分了小麦栽培区域和品种生态类型。是中国小麦栽培方面一本重要的著作。由农业出版社于1961年出版，620千字，有表208张，图118幅，彩图15幅。（黄佩民）

中国小麦种植区划 (wheat regions in China) 依据中国各地不同的自然条件和**小麦栽培**特点，把全国划分为不同类型的**小麦种植区**，便于因地制宜、合理安排小麦生产。

中国小麦分布广，全国各地都有种植。由于各地自然条件不同，形成明显的不同种植区。早在1936年沈宗瀚等依气候及小麦生产状况把中国小麦分为7个区域，其中6个冬麦区，1个春麦区；1937年又根据100多个小麦品种在8省9个地点进行3年区域适应性试验的结果，把6个冬麦区归为3个主区。这是中国小麦区划之最早研究。1943年金善宝等依据中国小麦冬、春性，籽粒色泽和质地软硬，将全国主要麦区划分为硬质红皮春麦区，硬质冬、春麦混合区，软质红皮冬麦区3个种植区。60年代初，由**金善宝**主编的《**中国小麦栽培学**》，又将全国小麦划分为北方冬麦区、南方冬麦区和春麦区3个主区和10个亚区，为中国较完整的小麦分区奠定了基础。尤其是冬、春小麦分界线和各主要麦区的划分得到重新确定。以后气象、品种和栽培等学科的科学工作者根据各自学科的特点相继提出不同的区划。《**中国小麦品种及其系谱**》一书以《中国小麦栽培学》的区划为基础，直接划分为10个麦区，有的区还进一步划分了若干副区。80年代以来，全国小麦生产迅速发展，有关小麦区划的资料不断丰富，认识也在不断深化。为此将全国小麦种植区划在原有的东北春麦、北部春麦、西北春麦、新疆冬春麦、青藏春冬麦、北部冬麦、黄淮冬麦、长江中下游冬麦、西南冬麦以及华南冬麦10个麦区基础上，重点对区属范围及分区走向进行了相应的修订与调整（见图）。

东北春麦区　包括黑龙江、吉林两省全部，辽宁省除南部沿海地区以外的大部以及内蒙古自治区东北部。全区小麦面积及总产量均接近全国的8%左右，约占全国春小麦面积和总产量的47%及50%，故为春小麦主要产区，其中以黑龙江省为主。

本区地势西北高而东南低，大部分地区海拔为40～500米，西北部的内蒙古部分地区可达600～800米。土壤以黑钙土为主，土层深厚，土质肥沃。黑龙江省东部三江平原及北部黑河地区小麦面积比较集中，建有大批国营农场，其小麦产量占黑龙江全省春小麦总产量1/2左右。全区属大陆性气候，气温偏低，热量不



中国小麦种植区划

足，冬、夏气温相差极大。温度为自北向南递增，最冷月平均气温－23～－10℃，绝对最低气温－41～－27℃，为全国气温最低地区。年降水量320～870毫米，小麦生育期降水量130～333毫米，但东部多雨，西部干旱。东部的黑龙江省三江平原，后期常因雨水偏多而形成湿涝灾害，并影响收获。而西部吉林省白城与辽宁省朝阳等地区，则又多因春旱、多风而造成干旱和风沙为害。本区小麦品种属春性，对光照反应敏感，生育期短，多在90天左右。病害以根腐病、锈病、赤霉病为主，丛矮病和全蚀病也有发生。种植制度一年一熟，4月中旬播种，7月20日前后成熟。全区除对各类病害及时防治外，东部排涝防湿；北部防除杂草；西部兴修水利，采用少深翻，多深松，少耕、免耕等防风固沙和减少蒸发的耕作技术，均为小麦增产的主要措施。根据温度和降水量的分布，又可将本区分为北部高寒、东部湿润和西部干旱3个副区。

北部春麦区　本区地处大兴安岭以西，长城以北，西至内蒙古自治区的伊克昭盟和巴彦淖尔盟，北邻蒙古人民共和国。全区以内蒙古自治区为主，并包括河北、陕西两省长城以北地区及山西省北部。全区小麦种植面积及总产量分别占全国的3%和1%左右，约为全区粮食作物面积的20%。小麦平均单位面积产量在全国各麦区中为最低，且发展很不平衡：西部河套灌区的伊克昭盟、巴彦淖尔盟等地的产量水平较高，而河北省的张家口、山西省的雁北及陕西省的榆林等地区均为低产区。

全区海拔1 000～1 400米，土壤以栗钙土为主。大陆性气候的特点显著，寒冷少雨，土壤贫瘠，自然条件差。最冷月平均气温－17～－11℃，绝对最低气温－38～－27℃。全年降水量309～496毫米，多数地区为300毫米左右，小麦生育期降水量只有94～168毫米。种植制度以一年一熟为主，个别地区有两年三熟。本区小麦品种属春性，对光照反应敏感，生育期90～120天。播种期在3月中旬至4月中旬，成熟在7月上旬前后，最晚可至8月底。全区病害主要有叶锈病、秆锈病和黄矮病、丛矮病；虫害以麦秆蝇及粘虫为主。早春干旱，后期高温逼熟及干热风为害以及河套灌区的土壤盐渍化，均属小麦生产中的主要问题。在增产措施上应实行休闲轮作等种植制度，以培肥地力；灌区提倡沟、畦灌，作好渠系配套，改进灌溉制度，防止土壤盐渍化。依据全区南、北降水量的不同，可分为北部干旱和南部半干旱两个副区。

西北春麦区　本区以甘肃省及宁夏回族自治区为主，还包括内蒙古自治区西部及青海省东部部分地区。麦田面积约占全国的4%，总产量达5%左右。单产在全国范围内仅次于长江中下游冬麦区，而居各春麦区之首；地区间差异大，其中甘肃省河西走廊灌区及宁银引黄灌区的单产较高。

本区地处内陆，海洋季风影响微弱，部分地区属干旱荒漠气候。海拔1 100～2 240米，土壤主要为棕钙土及灰钙土，结构疏松，易风蚀沙化。黄土高原地区沟深坡陡，水土流失严重，地力贫瘠。最冷月平均气温－9.3～－7.5℃，绝对最低气温－27～－23℃。光能资源丰富，热量条件较好，气温日较差大；晴天多，日照长，辐射强，有利于小麦进行光合作用和干物质积累。但年降水量仅86～335毫米，小麦生育期降水量52～181毫米，为中国降水量最少的地区之一，且蒸发量大。小麦生长主要靠黄河河水及祁连山雪水灌溉。后期常有干热风为害，小麦锈病、黑穗病以及吸浆虫均为本区小麦主要病虫害。全区种植制度为一年一熟。小麦品种属春性，生育期120～130天。3月上旬播种，7月中旬至8月上旬前后成熟。依据地形、降水等情况，全区可分为荒漠干旱、宁银灌区、陇西丘陵以及河西走廊4个副区。

新疆冬春麦区　位于新疆维吾尔自治区，全区小麦种植面积约为全国的4.6%，总产量为全国的3.8%左右。其中北疆小麦面积约为全区的57%，以春麦为主，单产也高于南疆；南疆则以冬小麦为主，面积为春小麦的3倍以上。

本区为大陆性气候，气候干燥，雨量稀少，但有丰富的冰山雪水资源，且地下水资源也比较丰富。晴天多，日照长，辐射强。其中北疆位于天山和阿尔泰山之间，温度低，最冷月平均气温－18～－11℃，绝对最低气温为－44～－33℃，但由于冬季常有积雪覆盖，故一般年份小麦可赖以安全越冬。雪量少的年份，冬小麦越冬死苗情况较严重。全年降水量163～244毫米，小麦生育期降水量冬麦为107～190毫米，春麦为83～106毫米。南疆气温较北疆高，最冷月平均气温－12.2～－5.9℃，绝对最低气温为－28.0～－24.3℃；全年降水量仅为13～61毫米，小麦生育期降水量冬小麦为8～48毫米，春小麦为7～39毫米，但均有冰山雪水可资灌溉。北疆土壤以棕钙土及灰棕土为主，南疆则主要为棕色荒漠土。种植制度以一年一熟为主，南疆兼有一年两熟。冬小麦品种属强冬性，对光照反应敏感。预防低温冻害、干旱、土壤盐渍化以及生育后期干热风为害等均属本区小麦生产的重要问题。冬小麦播期为9月中旬左右，翌年7月底或8月初成熟。北疆春小麦于4月上旬前后播种，8月上旬左右成熟；南疆则2月下旬至3月初播种，7月中旬成熟。依照天山走向，全区可分为南疆与北疆两个副区。

青藏春冬麦区　包括西藏自治区，青海省大部，甘肃省西南部，四川省西部和云南省西北部。全区以林牧为主，小麦种植面积及总产量均约为全国的0.5%，其中以春小麦为主，约占全区小麦总面积的65.3%。70年代中期起，在藏南的雅鲁藏布江河谷地带冬小麦发展迅速，西藏常年冬麦面积约占麦田总面积的40～

80%。雅鲁藏布江中游河谷地带以及昌都等地区，地势低平，土壤肥沃，灌溉发达，是本区主要小麦产区。农区一般海拔3 300～3 800米，气候温凉，夏无酷暑，冬无严寒，最冷月平均气温－4.8～0.1℃，绝对最低气温为－25.1～－13.4℃。冬季气温较低而稳定，持续时间长，冬小麦返青至拔节及抽穗至成熟均历两月之久；且日照时间长，气温日较差大，光合作用强度大，净光合效率高，产量也较高。冬小麦播期为9月下旬，春小麦3月下旬至4月上旬，均于8月下旬至9月中旬成熟。全生育期冬麦长达330天左右，有的直至周年方能成熟；春小麦140～170天。全区年降水量42～770毫米，平均约450毫米。其中藏南地区全年降水量280～764毫米，通常500毫米左右。小麦生育期降水量冬小麦为250～590毫米，春小麦为224～510毫米。种植制度一年一熟。青藏高原土壤多高山土壤，土层薄，有效养分少。雅鲁藏布江流域两岸的主要农业区，土壤多为石灰性冲积土，柴达木盆地则以灰棕色荒漠土为主。冬小麦品种为强冬性，对光照反应敏感。兴修水利，平整土地，精种细管，改进灌溉条件以防止土壤盐渍化等为本区关键性增产措施。全区可分为青海环湖盆地、川藏高原及青南藏北3个副区。

北部冬麦区　包括河北省长城以南，山西省中部和东南部，陕西省长城以南的北部地区，辽宁省辽东半岛以及宁夏回族自治区南部，甘肃省陇东地区和北京、天津两市。全区麦田面积和总产量分别为全国的9%及6%左右，约为本区粮食作物种植面积的31%。小麦平均单产低于全国平均水平。

本区地处冬麦北界，除河北省境内大部为平原及辽宁省沿海为丘陵区外，海拔750～1 260米。土壤有褐土、黄绵土及盐渍土等。其中以褐土为主，腐殖质含量低，但质地适中，通透性和耕性良好，有深厚熟化层，保墒、耐旱。大陆性气候的特点明显，最冷月平均气温－7.7～－4.6℃，绝对最低气温－24～－20.9℃，正常年份冬麦基本可以安全越冬，但年际间变率大，低温年份冻害时有发生，冬、春麦区交接边缘地带冬小麦冻害尤重。年降水量440～660毫米，多集中在夏、秋季，7月至9月降水量占全年的44%左右。小麦生育期降水量143～215毫米，旱害较重，春旱尤甚。种植制度以两年三熟为主，其中旱地多为一年一熟，一年两熟制在灌溉地区有所发展。品种类型为冬性或强冬性，对光照反应敏感，生育期260天左右。病害有条锈病、叶锈病、白粉病、黄矮病等；虫害以地下害虫及红蜘蛛、麦蚜等为主。旱地9月上中旬播种，灌溉地9月20日左右；成熟期通常在6月中下旬，少数晚至7月上旬。加强农田基本建设和水土保持，兴修水利，增施肥料，选用抗寒、耐旱品种，是本区小麦增产的关键措施。全区可分为燕(山)太(行)山麓平原、晋冀山地盆地和黄土高原沟壑3个副区。

黄淮冬麦区　包括山东省全部，河南省大部(信阳地区除外)，河北省中南部，江苏及安徽两省淮北地区，陕西省关中平原地区，山西省西南部以及甘肃省天水地区。全区小麦面积及总产量分别占全国麦田面积和总产量的45%及48%左右，约为全区粮食作物种植面积的44%，是中国小麦主要产区。

全区地势低平，除陇东、关中和山西西南部以及部分丘陵区海拔略高外，主要麦区均不及100米。土壤类型以石灰性冲积土为主，部分为黄壤与棕壤，质地良好，具有较高生产力。全区气候温和，雨量比较适宜。最冷月平均气温－3.4～0.2℃，绝对最低气温－22.6～－14.6℃，小麦越冬条件良好，冬季麦苗通常可保持绿色。年降水量580～860毫米，小麦生育期降水量152～287毫米，多雨年份基本可满足小麦生育需要，但偏北地区常因雨量分布不均或年际间变异而发生旱害。全区水资源比较丰富，可以发展灌溉。种植制度灌溉地区以一年两熟为主，旱地及丘陵地区则多行两年三熟，陕西关中、豫西和晋南旱地部分麦田有一年一熟的。品种类型多为冬性或弱冬性，对光照反应中等至敏感，生育期230天左右。本区南部以春性品种作晚茬麦种植。一般病虫害与北部冬麦区大致相同，但全蚀病及土传花叶病在山东省胶东地区为害比较严重。小麦生育后期的干热风为害普遍而严重。播种适期一般为10月上旬，但部分地区常由于各种原因不能适期播种，致使晚茬麦面积大，产量低，从而影响全区小麦生产。故合理安排茬口和播种期，是小麦生产中的关键。全区小麦成熟在5月下旬至6月初。依照气候、地形等条件，全区可分为黄淮平原、汾渭河谷和胶东丘陵3个副区。

长江中下游冬麦区　北抵淮河，西至鄂西山地及湘西丘陵区，东至东海海滨，南至南岭，包括江苏、安徽、湖北、湖南各省大部，上海市与浙江、江西两省全部以及河南省信阳地区。全区小麦面积约为全国麦田总面积的11.7%，总产量约为全国的15%，单位面积产量高，为全国各麦区之冠，但省际间发展极不平衡。其中产量最高的为江苏省，而江西全省以及湖南省西南部则为低产区。小麦在全区不是主要作物，湖北、安徽、江苏各省小麦面积只为粮食作物种植面积的20%左右，而江西、湖南、浙江各省则只5%左右。全区气候温和，地势低平，滨海一带如上海、宁波海拔均不及10米，其他地区也只50米左右。最冷月平均气温1.0～7.8℃，绝对最低气温－15.4～－4.1℃。年降水量1 000～1 800毫米，小麦生育期降水量360～830毫米，小麦生长不仅不需要灌溉，而且常有湿害发生。江西省南部抚州等地区甚至因湿害严重而影响小麦种植。种植制度以一年两熟制为主，部分地区有三熟制。小麦品种多属弱冬性或春性，光照反应不敏感，生育期200天左右。播种期10月中下旬至11月上中旬，次年

5月下旬成熟。病害除赤霉病外，还有白粉病、叶锈病、条锈病、纹枯病、叶枯病等。麦田沟渠配套，降低和控制地下水以治理湿害并辅以药剂防治病害，是提高本地区小麦产量的关键措施。全区可分江淮平原、沿江滨湖、浙皖南部山地和湘赣丘陵等4个副区。

西南冬麦区　包括贵州省全境，四川省、云南省大部，陕西省南部，甘肃省东南部以及湖北、湖南两省西部。全区小麦种植面积约占全国麦田总面积的12.6%，总产量约为全国的12.2%。其中以四川盆地为主产区，面积和总产分别约占全区的53.6%及63%。

本区地形复杂，山地、高原、丘陵和盆地均有。海拔300～2 000米。全区气候温和，水热条件较好，但光照不足。最冷月平均气温为2.6～6.2℃，绝对最低气温－11.7～－5.2℃，其中四川盆地最冷月平均气温为5.2～7.5℃，绝对最低气温为－5.9～－1.7℃。雨量除甘肃省东南部偏少外，其余地区年降水量772～1 510毫米，小麦生育期降水量279～565毫米。土壤类型主要有红、黄壤两种，鄂西、湘西及四川盆地以黄壤为主，红壤主要分布在云贵高原。种植制度多数地区为稻麦两熟的一年两熟制。小麦品种多属春性或弱冬性，对光照反应不敏感，生育期180～200天。全区条锈病、白粉病为害较重，间有赤霉病发生。虫害则以蚜虫为主。有湿害、低温冷害和后期高温逼熟等自然灾害。平川麦区其播种适期为10月下旬至11月上旬，成熟期在5月上中旬。丘陵山地播种期略早而成熟期稍晚。全区除应加强对湿害和病虫为害的防治外，平川稻麦两熟区改进播种方法，丘陵干旱地区加强水土保持和农田建设，增施肥料以培肥地力等，都是小麦增产的关键措施。本区可分云贵高原、四川盆地和陕南鄂西丘陵3个副区。

华南冬麦区　包括福建、广东、广西和台湾四省(自治区)全部以及云南省南部。小麦种植面积约为全国麦田总面积的2.1%(缺台湾省数据，下同)，总产量约为全国的1.1%。小麦在本区不是主要作物，其种植面积只占粮食作物面积的5%左右，且历年面积很不稳定。

全区近90%面积为山地丘陵，珠江三角洲、潮汕平原以及闽南沿海小平原的面积总计不过10%。山地海拔高度约1 000米左右，丘陵区约200米，沿海平原均不及100米。土壤主要是红壤和黄壤。全区气候暖热，冬季无雪，最冷月平均气温7.9～13.4℃，绝对最低气温－5.4～－0.5℃。年降水量1 280～1 820毫米，小麦生育期降水量为320～450毫米。水热资源丰富，但季节间雨量分配不均，尤其是与小麦生育期的需水规律很不协调。幼苗阶段干旱少雨，灌浆时却又多雨寡照、湿度大，影响小麦开花、灌浆和结实，常导致赤霉病、锈病等为害。种植制度主要为一年三熟，部分地区行稻麦两熟或两年三熟。小麦品种属春性，对光照反应迟钝，生育期120天左右。病害以赤霉病及白粉病为主，其次为秆锈病、叶锈病。虫害有蚜虫和粘虫。成熟期多雨，穗发芽严重，增产措施以开沟排渍防湿及适当安排播种期为主。播种适期在11月中下旬，成熟期最早为3月中下旬，一般为3月下旬至4月上旬。全区可分山地丘陵和沿海平原两个副区。

（李希达）

中国小麦著名品种 (famous varieties of wheat in China)　在中国生产上广泛种植，利用时间较长，获得显著经济效益的**小麦品种**。20世纪50年代以前，全国小麦生产上主要利用**地方品种**；50年代推广地方良种和改良品种；50年代末到60年代原来生产上种植的品种，逐渐被新育成或新引进的良种所取代；70年代以来，先后又育成并推广了一批增产潜力较大的丰产、抗病品种。

50年代推广的品种

碧蚂1号　原西北农学院于1947年育成，1951年推广，杂交组合为蚂蚱麦/碧玉麦(Quality)。弱冬性，中早熟。秆较硬，耐肥，不易倒伏。抗条锈病和散黑穗病。白粒、质佳，种子休眠期短，适应性广。1959年全国种植面积达600万公顷，主要分布在黄淮冬麦区。

南大2419　又名中大2419、齐头红，为意大利育成品种蒙塔那（Mentana）的穗选群体，杂交组合是Rieti / Wilhelmina// Akagomughi。前中央大学农学院于1932年引入，1939年确定适合在长江中下游地区种植。春性，中早熟。穗大、粒多，丰产性好。口紧，不易落粒。抗条锈病和吸浆虫，易感赤霉病。50年代大面积推广，60年代初种植面积达467万公顷以上。主要分布在湖北、河南、安徽、四川、陕西、云南、贵州等省。

甘肃96　自美国引入品种，原名为 CI 12203，杂交组合为Merit / Thatcher。1944年引入甘肃省，1952年开始推广。春性，中熟，对光照反应敏感。秆较硬、耐肥、不易倒伏。抗秆锈病、条锈病、腥黑穗病和吸浆虫。红粒、口紧，不易落粒。抗旱性较差。50年代末种植面积为66万公顷，主要分布在西北和东北春麦区。

碧蚂4号　原西北农学院于1947年育成，1951年推广，杂交组合与碧蚂1号同。冬性比碧蚂1号稍强，抗寒力较好，但适应性不如碧蚂1号。1960年种植面积达110万公顷，主要分布在山东、河南、山西、河北、陕西、江苏、安徽等省的部分地区。

山农205　四川省万县地区农业科学研究所于1956年育成，组合为中农28/合川光头。弱冬性，中早熟。茎秆矮壮，耐肥，抗倒伏力较强。较抗条锈病和散黑穗病。红粒，软质至半硬质。1966年种植面积53万公

顷，主要分布在四川省

50年代较著名品种还有黄淮冬麦区的蚰子麦、蚂蚱麦、平原50、商丘葫芦头、扁穗麦、徐州438等；北方冬麦区的农大183、农大36、华北187等；南方冬麦区的矮立多(Arodito)、碧玉麦(Quality)等；东北春麦区的合作2号、合作7号等

60年代推广的品种

济南2号　山东省农业科学院用碧蚂4号和早洋麦(Early Premium)杂交于1960年育成。冬性，中熟。穗大，长方形，红粒，千粒重36克左右。耐干热风，抗条锈病，轻感叶锈病和秆锈病，适应性广。60年代在黄淮冬麦区最大种植面积达150万公顷，分布在山东省大部，河南省中北部，江苏、安徽省的淮北地区及河北省中南部

北京8号　**中国农业科学院作物育种栽培研究所**于1962年育成，杂交组合同济南2号。冬性，中早熟。穗纺锤形，白粒，千粒重35～38克。分蘖力强，属多穗型品种。育成初期对条锈病、叶锈病免疫或高抗，较耐旱、耐瘠，抗干热风，适应性广。1973年种植面积达114万公顷，主要分布在河北、山西、山东、河南等省

石家庄54　原河北省粮食作物研究所于1964年育成，杂交组合同济南2号。冬性，中早熟。根系发达，较抗倒伏，适应性广。轻感锈病。白粒，光泽好，硬质。1972年种植面积达70万公顷，主要分布在河北、山西、山东、陕西等省

内乡5号　河南省内乡县农民龚文生于1958年育成。杂交组合为南大2419/(碧玉麦＋白火麦＋白芒麦)。偏春性，中早熟。茎秆较粗，叶片较宽，穗大，粒大，白粒。抗条锈病，感染叶锈病。在黄淮冬麦区南部及长江中下游部分地区推广，60年代种植最多年份面积达266万公顷

阿勃　原名为Abbondanza，曾译名阿勃旦萨，原产意大利，1956年引进，杂交组合为Autonomia/Fontarronco。偏春性，中熟，茎秆粗壮，茎叶有蜡质。穗大多花，粒大，红粒。抗条锈病，感染叶锈病、秆锈病，易感染赤霉病。60年代中后期最大种植面积达207万公顷，主要分布在四川、贵州、甘肃、湖北、河南、安徽等省

阿夫　原名为Funo，曾译名夫诺，为意大利品种，1956年引入，杂交组合为Duecentodieci/Damiano。偏春性，中晚熟。秆硬，耐肥，抗倒伏。抗干热风，抗条锈病和散黑穗病，感染叶锈病、秆锈病和白粉病，易感立枯病。种子休眠期短。1977年种植面积达118万公顷，主要分布在河南、安徽、江苏、湖北、湖南、四川、云南、贵州等省

60年代推广面积较大的品种还有农大311、蚰包、徐州14、郑州24、雅安早、万年2号、克群、克全、喀什白皮等

70年代推广的品种

泰山1号　山东省农业科学院于1969年育成，杂交组合为54405/欧柔。穗长方形，白粒。弱冬性，中熟。分蘖力中等，成穗率高，穗层整齐。抗条锈病，综合性状好，适应性广。1979年种植面积达374万公顷，主要分布在山东、河南全部，山西、河北南部以及江苏、安徽两省的淮北地区

丰产3号　原西北农学院于1971年育成，杂交组合为Heine Hvede/西农6028。弱冬性，中熟。茎秆较粗硬。穗长方形，穗大，成穗率高，白粒，饱满度好。耐肥，耐旱，抗条锈病，适应性广。1977年面积达186万公顷，主要分布在陕西省关中，河南省大部及山西、河北、山东省南部地区

北京10号　中国农业科学院作物育种栽培研究所采用品种间复合杂交方法，于1965年育成，杂交组合为华北627/辛石麦//苏联早熟1号/华北672。冬性，中熟。穗大，多花，白粒。耐寒，抗干热风，茎秆较硬抗倒，抗条锈病，感染叶锈病。70年代中期种植面积达54万公顷，主要分布在河北省中北部与山西省中部

东方红3号　北京农业大学于1967年从农大45中系选育成。原杂交组合是小鹅186/农大17//早洋麦。冬性，中熟。秆较硬抗倒，穗大粒多，红粒，分蘖力强，成穗率中等。耐寒，抗干热风，抗条锈病，适应性广。70年代最高种植面积达46万公顷，主要分布在京、津地区及河北省东部、山西省中部、辽宁省旅大地区

博爱7023　为河南省博爱农场于1970年从阿夫中系统选育而成。偏春性，中熟。茎秆粗壮，微带蜡质。穗大，粒多，红粒。抗条锈病，抗干热风，落黄好，适应性广。1980年种植面积达135万公顷，主要分布在河南省和江苏、安徽两省的淮北地区

郑引1号　原名St1472/506，原产意大利，1965年引入。偏春性，中晚熟。半矮秆，耐肥抗倒。穗大，多花，红粒，抗条锈病，轻感叶锈病、秆锈病和白粉病。1977年最大种植面积96.6万公顷，主要分布在河南省、陕西省关中地区、甘肃省天水地区、山西省南部、河北省中南部、山东省南部和江苏、安徽两省淮北地区

繁6　原四川农学院育成，杂交组合为IBO1828/NP824/3/五一麦//成都光头分枝麦/中农483分枝麦/4/中农28B分枝麦/IBO1828//NP824/阿夫。春性，早熟，耐迟播。半矮秆，多花，多粒，红粒，灌浆快，籽粒饱满，丰产性好，适应性广。抗条锈病、散黑穗病和根腐病，感染白粉病和赤霉病。1980年在四川、贵州两省种植面积约82万公顷

甘麦8号　甘肃省农业科学院于1964年育成，杂交组合为五一麦/阿勃。弱冬性，中早熟。茎秆粗壮，

叶片较宽，穗大，粒多，红粒。较抗条锈病，感染叶锈病和秆锈病。70年代最大种植面积达66.6万公顷，为甘肃省春麦地区的主要推广品种。

70年代较著名的品种还有北方冬麦区的泰山4号、济南9号、农大139、昌乐5号；南方冬麦区的鄂麦6号、扬麦3号、扬麦1号、浙麦1号、晋麦2148；东北春麦区的克旱7号、克旱6号等。

80年代以来推广的品种

绵阳11　四川省绵阳地区农业科学院研究所于1976年育成，杂交组合为70－5858/繁6。春性，早熟，半矮秆，茎秆粗韧，穗大粒多，红粒，丰产性好。中抗条锈病，白粉病轻，适应性广。1984年在四川省种植面积达147万公顷。

百农3217　河南省百泉农业专科学校于1975年育成，杂交组合为阿夫/内乡5号//咸农39/3/西农64选系2/偃大24。弱冬性，中早熟。茎秆细韧，有弹性。不易落粒。种子休眠期较短，成熟期遇雨易在穗上发芽。对条锈病中抗至轻感，感染叶锈病和白粉病。穗多，粒多，白粒，千粒重30～40克。1984年面积达147万公顷，主要分布在河南、安徽、山东、陕西等省。

济南13　山东省农业科学院于1977年育成，杂交组合为欧柔//辉县红/阿勃。弱冬性，中晚熟，分蘖力强，成穗率偏低。抗条锈病，感染叶锈病和白粉病。白粒，千粒重45～50克。茎秆较硬，较耐肥，抗倒。1985年种植面积达135万公顷，主要分布在山东、江苏、河北等省。

克旱8号　黑龙江省农业科学院克山农业科学研究所于1975年育成，杂交组合为克65F3-196-7/如罗(Rulofen)。春性，中晚熟。根系发达，抗旱性好，耐肥，不易倒伏。抗秆、叶锈病，根腐病轻，感染赤霉病和散黑穗病。红粒，粒大饱满，不易穗发芽，适应性广。1986年面积达32万公顷，主要分布在黑龙江、吉林两省和内蒙古自治区。

同期较著名的品种还有北方冬麦区的偃师9号、山农辐63、宛7107、丰抗8号、小偃6号、鲁滕1号；南方冬麦区的绵阳15、扬麦4号；东北春麦区的克丰2号、克丰3号等。　（沙征贵）

《中国烟草栽培学》（*Tobacco Production in China*）　一部专门论述烟草科学的著作。由中国农业科学院烟草研究所组织全国从事烟草科研、教学和生产的专家、教授和技术人员集体编写，烟草专家陈瑞泰任主编。全书共分19章，内容以栽培和调制为主，并叙及烟草的起源与分布、生物学基础、种植区划、化学成分及其与品质的关系、病虫害防治、遗传育种和良种繁育等方面。取材以国内为主，也引用国外的有用资料。类型以烤烟为主，也介绍各地的名产晒晾烟。

本书初版书名《中国烟草栽培》，1963年由上海科学技术出版社出版。《中国烟草栽培学》是在原版书的基础上加以充实提高重新编写。全书贯彻了"优质适产"的烟草生产原则，以烟叶质量为标准，以自然生态环境条件为依据，重新划分中国烟草种植区划，还介绍了烟草单倍体育种、新发现的病虫害的防治方法、烟气化学成分研究的进展、烟草生长发育特性与烟叶品质的关系等方面的内容。1987年由上海科学技术出版社出版，全书588页，880千字，有插图80余幅，彩图20幅。　（陈瑞泰　冯光生）

中国医学科学院药用植物资源开发研究所（Institute of Medicinal Plant Development，IMPLAD）　研究中草药开发利用的机构。成立于1983年8月，是在中国医科院药物研究所原植物室、栽培室、药用植物试验场及云南、海南两个试验站的基础上组建起来的。设北京总所以及云南、海南两个分所，1986年共有科技人员及职工450人，其中高级研究人员34人。主要任务是应用现代科学技术和方法，对中国药用植物和中药资源实行三级开发。①以农业和生物技术为主的一级开发，目标是扩大药材及药用原料的数量，不断提高它们的产量和质量；②以工业加工为主的二级开发，主要研究常用中药，特别是滋补强壮与保健药材、保健饮料和健康食品的二次加工和工艺方法，将它们发展为药品、制剂或商品；③以新药开发为主的三级开发，重点在于对中草药进行深入的研究，不断丰富医药宝库及药物的新来源。设有植物资源、植物化学、分析化学、有机化学、药理、**生物技术**、真菌和栽培等研究室，以及标本馆、药用植物园、实验药厂和饮料厂等部门。

建所以来已鉴定科研成果17项，其中4项被评为卫生部部级重大科技成果奖。该所在**天麻**、**黄连**、**西洋参**、**白豆蔻**、**莨菪类药物**的开发利用，以及金银花虫害的生物防治等方面曾作出显著成绩。

该所与美国、苏联、日本、英国、印度、埃及、澳大利亚等40多个国家的相应机构建立了联系和合作。1986年2月被世界卫生组织确认为"世界卫生组织传统医药合作中心"(World Health Organization Collaborating Centre for Tranditional Medicine)担任国际间药用植物领域的人员培训、项目合作、资料交流、人员互访等事宜。　（萧培根）

《中国油菜栽培》（*Rapeseed Production in China*）　一部总结中国**油菜栽培**技术经验和油菜科学研究的理论著作，由四川省农业科学院主编。全书共分14章，论述油菜的分类、形态、生理、产区及栽培制度；介绍**油菜育种**方法和优良品种的特性；叙述和分析了油菜各项生产措施。根据油菜**生长发育**特点，探讨大

面积丰产的一些问题，提出相应的丰产技术措施；根据中国春油菜区的生产特点，专章介绍了春油菜的栽培技术。全书共405页，440千字，1964年由农业出版社出版。

由于油菜生产和栽培技术在中国有较大的进展，科学技术的研究也取得不少新成就，该书已由中国农业科学院油料作物研究所组织专家重新编写。

（徐润芳）

《中国玉米栽培学》(*Maize Production in China*)　论述玉米栽培理论与实践经验的专著。前版名《中国玉米栽培》，由山东省农业科学院主编，组织全国科研、教学和生产单位的玉米专家集体撰写，1962年由上海科学技术出版社出版。1986年经重新修订后更名《中国玉米栽培学》。

全书共16章，分三部分。第一部分，概述中国玉米生产发展的历史、玉米产区的划分以及玉米的栽培制度，指出中国玉米栽培有三个特点：①中国从北向南分别可在四季种植；②从东北斜向西南的十二个省（自治区）分布成一条玉米带，玉米面积和总产量均占全国的85%以上；③间套复种是中国玉米种植的重要特点。第二部分系统地论述了玉米的生物学基础，阐述玉米的形态建成、生育规律、群体结构、需肥需水特点及其与外界环境条件的关系，以及玉米优良品种的利用状况。第三部分是按照玉米的生长发育进程，分章叙述了玉米的整地、施肥、播种、密植、灌溉、田间管理、防治病虫害以及收获和贮藏技术等。尤其注意介绍高产经验中的突出措施和大面积生产上行之有效的栽培技术。还介绍了饲用玉米栽培和青饲青贮技术。

本书综合归纳了农民栽培玉米的丰富经验和玉米科学研究的成果，集中反映出中国发展玉米生产的成就，对指导玉米生产和科学研究均有参考价值。1986年由上海科学技术出版社出版，共550千字。

（佟屏亚）

中国种植业区划(cropping regionalization in China)　农业的部门区划之一，是粮食作物和经济作物的合理种植区划，又是各项农作物的综合区划。通过对不同类型作物的自然生态条件、社会经济条件、生产布局和结构、发展方向的地域特点，以及各个区域发展各类种植业生产适宜程度的分析，为合理开发利用农业资源，为各地调整种植业生产布局和结构，为选建农作物商品生产基地，为国家制定种植业生产规划和决策提供科学依据。

中国有系统地进行种植业区划是从1979年开始的，由中国农业科学院主持，在各项作物区划的基础上，于1980年至1982年进行了综合研究，第一次提出了中国种植业区划。其中，对于中国种植业区域的划分和评价；对于生产布局、结构调整、商品作物生产基地选建，提出了具体建议。有些已为有关部门采纳应用，在规划和决策中起了一定的作用。

农作物种植业区域划分的依据　各项农作物种植区域的划分是在查明每种作物对外界自然条件的具体要求，以及各地自然条件对该种作物的适应程度，划分作物适生区域的基础上，再查明各种社会经济条件的影响、生产特点、生产发展方向和关键措施，然后进行综合分析，并根据国民经济和人民生活的需要，进行作物种植区域的划分。其划分的基本依据有四条：一是发展种植业的自然条件和社会经济条件的相对一致性；二是作物结构、布局和种植制度等特点的相对一致性；三是种植业发展方向和关键措施的相对一致性；四是保持县级行政区界的完整性。其中，第二条综合性更强，应作为主要依据加以考虑。

农作物种植业区域的特点　中国农作物种植业区划，将全国划分为十个一级区和三十一个二级区（见表）。各区的命名主要反映三方面特点：区域的地理位置；突出的农业地貌类型；在本区和在全国占有重要地位的作物。各区的主要特点分述如下：

Ⅰ.东北大豆、春麦、玉米、甜菜区　包括东北大平原及其周围的大、小兴安岭、长白山和千山丘陵总耕地1 640万公顷，8 744万人，其中有5 538万农业人口，人均耕地0.3公顷。无霜期100～220天，≥10℃的积温1 300～3 700℃，年日照2 300～3 000小时，年降水量400～800毫米。夏季温和湿润，春秋季气温变化较大，常有低温冷害。平原土壤肥沃，宜于大型机械作业。大豆、高粱、向日葵、亚麻产量均居全国首位。基本为一年一熟的种植制度，还盛产苹果、梨、人参等名特产品。本区还可以有计划地扩大耕地面积，研究和推广抗御低温冷害的成套增产措施，发展以大豆为中心的耕作制度，适当压缩玉米，提高春小麦和水稻比重。逐步建设成为稳产高产的粮、豆和甜菜、亚麻、水果、柞蚕茧商品生产基地。

Ⅱ.北部高原小杂粮、甜菜区　主要包括内蒙古高原和黄土高原。总耕地约1 453万公顷，6 522万人，其中有5 619万农业人口，人均耕地约0.26公顷。无霜期100～200天，≥10℃的积温2 000～3 600℃，年日照2 500～3 200小时，年降水量200～600毫米。光照充足，但温度变化剧烈，水土流失严重，是旱地农业较为集中的地区。以旱杂粮如糜子、荞麦、莜麦、谷子等为主，也是甜菜重要产区。一年一熟为主，核桃、红枣是两大名产，还盛产蕨菜、发菜等土特产品。今后在逐步改善生态环境的同时，可以适当退耕还林、还牧。发展旱作农业，不断提高粮食自给水平，积极发展饲料作物，发挥小杂粮优势；逐步建设成为甜菜、胡麻、向日葵和干鲜果品生产基地。

Ⅲ.黄淮海棉、麦、油、烟、果区　包括黄淮海地

中国种植业区划表

一级区	二级区
Ⅰ．东北大豆、春麦、玉米、甜菜区	1．大、小兴安岭区 2．三江平原区 3．松嫩平原区 4．长白山区 5．辽宁平原丘陵区 6．黑、吉西部区
Ⅱ．北部高原小杂粮、甜菜区	1．内蒙古北部区 2．长城沿线区 3．黄土高原区
Ⅲ．黄淮海棉、麦、油、烟、果区	1．燕山太行山山麓平原区 2．冀、鲁、豫低洼平原区 3．黄淮平原区 4．山东丘陵区 5．汾渭谷地、豫西丘陵区
Ⅳ．长江中下游稻、棉、油、桑、茶区	1．长江下游平原区 2．鄂、豫、皖丘陵山区 3．长江中游平原区
Ⅴ．南方丘陵双季稻、茶、柑桔区	1．江南丘陵区 2．南岭山地丘陵区
Ⅵ．华南双季稻、热带作物、甘蔗区	1．闽、粤、桂南部区 2．云南南部区 3．海南省、雷州半岛区 4．台湾区
Ⅶ．川陕盆地稻、玉米、薯类、柑桔、桑区	1．秦岭大巴山区 2．四川盆地区
Ⅷ．云贵高原稻、玉米、烟草区	1．湘西、黔东西区 2．黔西、云南中北部区
Ⅸ．西北绿洲麦、棉、甜菜、葡萄区	1．蒙、宁、甘、青、北疆区 2．南疆区
Ⅹ．青藏高原青稞、小麦、油菜区	1．藏东南、川西区 2．藏北、青南区

区、晋南和关中平原。耕地约2 540万公顷，2.51亿人，其中有2.14亿农业人口，人均耕地0.12公顷左右。无霜期170～220天，≥10℃的积温3 400～4 700℃，年日照2 200～3 100小时，年降雨量500～950毫米。日照充足，气候温和，但年内降水率差异较大。地势平坦，适于大中型机械作业，盐碱土和沙姜土面积大。小麦、玉米、甘薯、棉花、烟草、花生、芝麻均居全国第一位，一年两熟或两年三熟，水果(苹果、梨、葡萄)产量也居全国第一位。在实行综合治理的同时，提高粮食商品率和调出水平，增加小麦比重，建成全国第二个大豆商品基地；逐步建成全国最大的商品棉花、花生、芝麻、烤烟、葡萄生产基地，安排好城市和工矿区商品蔬菜生产。

Ⅳ.长江中下游稻、棉、油、桑、茶区　主要是在长江中下游平原地带。耕地约1 167万公顷，1.61亿人，其中有1.31亿农业人口，人均耕地约0.09公顷。无霜期210～280天，≥10℃的积温4 500～5 600℃。年日照2 000～2 300小时，年降水量800～1 600毫米。地处北亚热带和中亚热带，水热条件好，平原土壤肥沃，水网密布，农田建设基础较好，种植业集约水平较高。水稻田占三分之二，一年两熟至三熟，是全国最大的水稻、油菜、麻类、蚕桑产区。今后可以加强沿江滨湖平原园田化建设，继续发挥全国商品粮基地作用，发挥水稻优势，提高优质粮食比重；充分发挥棉、麻高产基地作用，稳定油菜面积，扩大花生、芝麻生产，巩固桑蚕茧、茶叶老产区，发展新产区。

Ⅴ.南方丘陵双季稻、茶、柑桔区　主要是在南方丘陵地带。耕地约740万公顷，1.19亿人，其中有1.04亿农业人口，人均耕地0.07公顷左右。无霜期235～340天，≥10℃的积温5 300～6 500℃，年日照1 500～2 000小时，年降水量1 300～2 000毫米。全区属中亚热带，水热资源丰富，以红黄壤低山丘陵和分布其间的许多盆地，种植业较发达，水稻田占耕地80%，大部分地区可种双季稻，是全国茶叶、柑桔的最大产区，还盛产油茶等经济林木。今后可以综合开发利用江南丘陵山地资源，充分发掘双季稻生产潜力，选建一批商品粮基地和茶、桔、烟草、油茶、苎麻商品生产基地。

Ⅵ.华南双季稻、热带作物、甘蔗区　主要包括南岭以南丘陵山地和云南南部及台湾省。耕地约570万公顷，9 271万人，其中农业人口7 900万；人均耕地0.075公顷左右。无霜期340天以上，≥10℃的积温6 500～9 300℃，年日照1 500～2 600小时，年降水量1 200～2 500毫米，是全国水热资源最丰富的地区，也是中国唯一的热带和南亚热带地区，终年暖热，无雪无冬。以丘陵山地为主，耕地主要分布在沿海平原和山间盆地，水田占2/3，基本上是双季稻区，一年两熟和三熟，南端可种双季稻，是全国最大的甘蔗和热带、亚热带水果产区。今后可以充分发挥南亚热带和热带资源优势，提高粮食自给水平，大力发展以橡胶为主的热带作物。建成热带作物、甘蔗、荔枝、龙眼、香蕉、菠萝、柑桔、花生、茶叶、蚕桑等商品基地和黄红麻种子基地。

Ⅶ.川陕盆地稻、玉米、薯类、柑桔、桑区　主要包括四川盆地、陕南盆地及鄂西山区。耕地约775万公顷，1.10亿人，0.97亿农业人口，人均耕地0.08公顷左右。无霜期210～320天，≥10℃的积温3 500～5 500℃，年日照1 200～2 000小时，年降水量 800～1 600 毫米。属中亚热带和北亚热带气候，雨量充沛，但日照条件较差，四川盆地是全国日照最少的地区。以丘陵山地为主，其间分布着较大的盆地。水稻旱粮并种，旱地占60%，多为一年两熟或两年三熟，是我国柑桔、蚕桑和油菜的重要产区之一。有多种经济林木，盛产天麻、当归、杜仲等名贵药材，畅销国内外。今后可以充分利用现有耕地，改善生态和生产条件，实行大、小

春作物兼顾，重点发挥大春作物优势，提高旱粮生产水平。建成油菜、柑桔、桑、茶商品基地，同时积极发展核桃、板栗、油茶、油桐、生漆、五倍子，以及天麻、黄连等土特产品。

Ⅷ.云贵高原稻、玉米、烟草区　包括云贵高原大部地区。耕地约540万公顷，7 095万人，6 297万农业人口，人均耕地0.8公顷左右。无霜期220～340天，≥10℃的积温3 500～6 500℃，年日照1 200～2 600小时，年降水量800～1 400毫米。大部分地处亚热带，气候变化受垂直高度影响明显。高原山地，起伏较大，切割较强，以黄壤土为主，水土流失严重，交通不便，耕作粗放。旱地占56%，以旱粮作物为主，多为一年两熟或两年三熟，是中国烤烟、油菜、茶叶、药材重要产区。今后在努力建设好基本农田的同时，可以逐步退耕还林还牧，逐步做到粮食基本自给，适当扩大油菜面积，稳定烟草面积，发展成为优质烟基地，扩大中、早熟苹果生产，发展药材、油菜、生漆、乌桕，开发利用弥猴桃、刺梨等土特产品。

Ⅸ.西北绿洲麦、棉、甜菜、葡萄区　主要包括南疆和北疆盆地、柴达木盆地、河西走廊、宁夏北部和内蒙古西部。耕地约447万公顷，2 087万人，1 508万农业人口，人均耕地0.3公顷左右。无霜期100～250天，≥10℃的积温2 000～4 500℃，年日照2 600～3 400小时，年降水量10～250毫米，是中国光照资源最丰富的地区，且昼夜温差大，终年少雨或基本无雨，属灌溉农业。种植业生产主要分布在盆地周围，宜农土地资源丰富，作物一年一熟为主，粮食以小麦为主，葡萄和瓜果、棉花、甜菜是本区的三大优势经济作物。可以继续不断改善农区生态条件，提高分散农区的粮食自给水平，发展饲料作物，发挥光热优势，建成优质陆地棉和长绒棉、甜菜、葡萄、哈密瓜、西瓜、白兰瓜、香梨、啤酒花的商品基地。

Ⅹ.青藏高原青稞、小麦、油菜区　主要包括青海、西藏、川西的高原地区。耕地约53万公顷，420万人，332万农业人口，人均耕地0.15公顷。无霜期100～180天，≥10℃的积温1 000～3 000℃，年日照1 600～3 400小时，年降水量300～800毫米。种植业主要分布在海拔4 700米以下地区，作物垂直分布明显，耐寒性能强，主要是青稞、小麦、豌豆、油菜四类作物，其中青稞占粮食作物的近60%。一年一熟，药材资源丰富。可以进一步提高农区基本建设水平，注意农牧结合，以发展青稞、小麦等粮食作物为主，建立必要的饲料作物生产基地，大部分地区逐步做到粮、油、糖、菜自给，适当发展优质油菜、扩大核桃、药材种植。

在分区分作物评价的基础上，种植业的布局和结构，将随着国民经济的发展，需求结构和生产水平的变化，而发生相应的改变。以下几项因素可成为改变的综合考虑依据：一是国民经济发展和人民生活改善的需要；二是农田生态平衡的要求；三是自然资源优势的发挥；四是社会、经济、技术条件的利用；五是综合效益的提高。（梅方权）

中国作物学会 (Crop Science Society of China)　1962年成立。第一届理事会由45人组成，1978年第二届理事会由105人组成，两届理事长均为**金善宝**，1983年第三届理事会由97人组成，理事长**李竞雄**。1988年第四届理事会由93人组成，理事长**庄巧生**。

中国作物学会为多学科、多专业的学术性群众团体。1986年经中国科学技术协会批准为一级学会，下设**耕作制度**、**栽培**研究委员会，**大豆**、麻类、**甘蔗**、谷子专业委员会，随后又陆续成立了遗传资源研究委员会和**马铃薯**、**大麦**、油料作物专业委员会。各省（自治区）、市也随之成立了作物学会，有的省（自治区）、市还建立了相应的二级组织。

学术活动方面，自1978年学会恢复后，举办中小型学术讨论会20余次，收到学术论文累计1 400余篇。其中1979年由中国作物学会牵头会同中国植保学会、**中国棉花学会**召开了农作物抗病育种学术讨论会，探讨了多抗性育种问题；1980年召开的农作物栽培学术讨论会，提出了"加强农作物栽培科学研究工作的意见"的建议。还多次举办耕作制度学术讨论会，为逐步完善中国的**耕作制度**作了理论上的探讨。其中北方旱地农业学术讨论会为开拓大西北和干旱—半干旱、半湿润易旱地区的农业进行了理论研究。同时召开了农作物杂种优势利用，甘蔗、小杂粮、小油料、小杂豆等学术讨论会，进行了全国大豆学术讨论会（每4年1次）及分年、分区大豆科研生产考察。在国际交流方面，接待了日、美、澳等国民间组织的农业学术团体；派员参加在澳大利亚召开的国际旱农会议；水稻抗病育种考察团在日本进行多次交流，回国后组织了粳稻的抗病育种协作。1985年由我国举办的国际多熟制学术讨论会，有来自**国际玉米小麦改良中心**、**国际热带作物研究所**和**国际水稻研究所**等研究机构的代表参加。

学会与中国农业科学院**作物育种栽培研究所**合办的《**作物学报**》，自1962年发刊以来，已出版11卷。1985年还创办中级科普刊物《**作物杂志**》，使学术界的普及与提高工作密切结合起来。（金　沛）

中华稻作学会 (Rice Society of China)　中国最早的关于水稻生产和稻作科学研究的群众性学术团体，1937年在稻作专家**赵连芳**、**周拾禄**、柯象寅等人倡议下筹建，1942年3月正式成立于四川成都。学会的宗旨为联合从事稻作工作的同仁，研究有关稻作学术及栽培改进事宜。1947年拥有会员147人，分布在全国各主要大专院校、科研场、所及生产单位。理事长赵连芳，理事有丁颖、周拾禄、柯象寅、**卢守耕**、徐

冠仁等13人，监事有**金善宝**（监事长）、白思九、顾复、何家泌等7人。编有《中国稻作》杂志，出版八卷四十八期（1942～1949年），探讨了稻作技术改进、稻种改良、水稻机械化、稻作土壤等问题，为推动水稻生产科学化起了一定作用。学会还参加了世界稻米研究会议，促进了中国学者与世界各国的交流。

（柯象寅）

中央农业实验所 (Contral Agricultural Experiment Institute) 中华民国政府实业部所属农业研究机构，地址设在江苏省南京市中山门的孝陵卫。1931年4月穆湘玥等奉实业部令进行筹备，原名中央农业研究所。1931年10月经行政院批准改名为中央农业实验所。1931年12月24日实业部宣布正式成立，撤消筹备委员会，派钱天鹤为所长（未就职），1932年1月改派溧照鸿为所长。1933年6月，任命实业部部长陈公博兼任所长、钱天鹤为副所长。1934年4月，任命谢家声为所长。

该所的研究任务是：①研究及改进发展中国森林、蚕丝、渔牧、农艺及其他农业技术及方法；②把中外已知的良法，加以研究及试验，并推广其有成效的结果；③调查农业实际情况，并输入有益农业动植物；④调查及研究农村经济及农村社会；⑤以科学方法研究农产品或原料之分级。

建所初期（1935年12月止），设技术、事务两部。技术部分设总技师1人，内分植物生产、动物生产和农业经济三个科，科下设系。植物生产科下设农艺、森林、植物病虫害、土壤肥料四个系；动物生产科下设蚕桑、畜牧兽医两个系；农业经济科下设农业经营、农情报告两个系，还设有农报社。事务部分设会计、庶务、文书三个股，此外还设有农场管理处。当时研究人员的编制，包括技正14～20人（荐任）、技士25～35人（荐任或委任）、助理员50～60人（委任）。

该所设所长1人，综理全所事务；副所长1人，辅助所长处理所务。均为兼任。各科、系设主任1人，由技正或技士兼任。

农艺系，**沈宗瀚**总技师兼主任，主管麦作试验；**卢守耕**技正主持稻作改良；**冯泽芳**技正主持棉作改良；沈骊英技正主管作物生理及小麦遗传研究；管家骥技正主管马铃薯及甘薯育种改良；马保之技正主管生物统计及抗病育种。

植物病虫害系，吴福祯技正兼主任，主管棉作害虫及杀虫药剂；蔡邦华技正主持蝗虫及仓库害虫防治；朱凤美技正主管植物病理；特约专家邹钟琳研究蝗虫。

此外有森林系，为林刚技正。土壤肥料系，为戴弘技正，张乃凤技师。蚕桑系，孙本忠技正兼主任。畜牧兽医系，程绍迥技正兼主任，郑庚技正。农业经济系，汤惠荪技正兼主任。

该所拥有土地151公顷，其中使用田地为110公顷。当时除在南京本所农场进行试验外，还办有合作农场44处，分布于苏、皖、浙、鄂、湘、赣、川、粤、桂、鲁、晋、豫、冀、陕等省，包括小麦、水稻、棉花、马铃薯、甘薯、肥料、病虫害等各项试验。

1936年10月在稻作、麦作两个系的基础上成立**全国稻麦改进所**。1938年后又归并于中央农业实验所。

抗日战争之后南京沦陷，中央农业实验所相应迁往内地。1938年分散到广西柳州、云南呈贡、四川荣昌、贵州贵阳，形成四个工作站，并在成都设办事机构。1940年在荣昌工作站恢复中央农业实验所建制。1943年中央农业实验所由荣昌迁到四川重庆北碚天生桥。抗日战争胜利后于1946年迁回江苏南京原址。在此前后，随着国民政府改组，到1949年全国解放时，农林部所属的农业科学研究机构，已分别设立为中央农业实验所、中央畜牧实验所、中央林业实验所、中央水产实验所、中央农业经济研究所、中央农业推广委员会、农田水利工程处、**棉产改进处**、**烟草改进处**、东南兽医防治处、苏皖区推广繁殖站等。1949年南京解放后于1950年2月，在中央农业实验所的基础上建立了华东农业科学研究所（即江苏省农业科学院的前身），至此中央农业实验所宣告结束。

（黄明天）

肿柄菊 (yucatan tithonia) 菊科肿柄菊属的一个种，学名 *Tithonia diversifolfa* A. Grag.，多年生或一年生灌木状草本植物。又名金光菊、异叶肿柄菊、臭菊。为绿肥作物。原产墨西哥。中国福建、广东、广西、浙江和云南等省（自治区）有种植。

主根粗大，深1米以下；茎直立丛生，幼嫩时密被短柔毛，生长一年的株高2～3米，粗1.5～2.5厘米，生长多年的高3米以上，茎节处稍微凸起；单叶互生，掌状，边缘有细锯齿，正反两面均有短柔毛，叶柄长；头状花序顶生，宽5～15厘米，花舌状或管状，黄色，总苞片四层，呈覆瓦状排列，花托凸起，锥形，瘦果长椭圆形，长4～5毫米，扁平似箭状，黑褐色，种子千粒重5～6克（见图）。


肿柄菊

耐瘠、耐旱、耐酸及抗病虫能力较强；砂土或粘土均能生长；耐湿和耐寒性差。在福建东

南部可作多年生绿肥种植，栽培于路边、渠埂或山地及林间隙地。

栽培采用育苗移栽，苗床播种量为15～23千克/公顷，播种期在气温达15℃以上开始，以20～25℃时最适宜。当苗高15～20厘米时可移栽；插条育苗的，剪取枝条中下部分作插穗，每插穗留3～4个节，具2～3个腋芽，将其2/3插入土中，待新根长出后移栽。定植时均按行穴距70～90厘米开穴，经翻土施肥后即移栽。实生苗第一年可收刈一次，扦插的可刈3～4次，以后每年均可刈4～6次。每公顷产鲜草45～75吨，生长四五年后需更新。

肿柄菊茎叶具臭味不能饲用。但含钾丰富，风干物含N茎为0.51%，叶为2.90%；P_2O_5茎为0.96%，叶为1.08%；K_2O茎为4.50%，叶为5.00%。

（顾荣申）

种植方式 (pattern of planting)　在一块土地上，一季或一年内，栽种作物的种类及其配置方式。又称栽培方式。包括单作、**间作**、**混作**、**套作**、**复种**，以及沟、垄、穴、畦、厢种的作物搭配和株、行、带距的配置方式。合理的种植方式，可以充分利用光能、地力和作物种间关系，最大限度地提高单位面积产量和经济效益。

不同的种植方式增产原因和作用是不同的。如单作等行距种植，可均衡地利用土壤养分、水分和光热资源；宽窄行种植或带状种植，可充分发挥边行优势，既保证合理的密度，又通风透光；间作、混作，可充分利用空间不同层次的光照和土壤不同层次的养分、水分，还可利用各种作物不同的生物学特性和生育期，抗灾、避灾，减轻各种自然灾害；套作、育苗移栽可延长光热资源的利用期，并可选用生育期长，产量高的作物和品种；复种，可充分利用生长季节、土壤肥力和光热资源；禾谷类作物与豆类、绿肥、牧草间、混、套作，有利于农牧结合的用地与养地相结合；垄作，在可提高地温、防涝、防旱、防风，能增加昼夜温差，有利于养分积累。干旱地区的水浇地，畦作有利于聚水；南方多雨地区(除稻田外)厢作，有利于排水；当两种间套作物对水要求不一致时，一般实行高低畦种植方式，如麦棉套种，低畦种小麦，高畦种棉花，明浇小麦渗浇棉，解决了小麦需水与棉花怕降地温的矛盾。所有这些种植方式，只要配置合理，均可提高单位面积产量。

（王树楼）

种植密度 (planting density)　农作物单位面积上的种植株数。由行、株距（或单位面积穴数和每穴苗数）决定。由于气候条件、土壤类型、播种期、作物种类、品种特性而有所不同。①气候条件。在高温、多雨、相对湿度大、生长季节长的南方地区，密度宜小；而温度低、雨量少、晴天多、日照足、相对湿度小、生长季节长的北方地区，密度宜大。②土壤肥力。棉花在肥地上密度宜小，瘦地上密度宜大；大麦、玉米则相反。③作物种类和品种类型。植株高大、分蘖力强、分枝繁茂、茎秆匍匐、生育期长的作物和品种，密度要小些。④播种期早、晚。早播，密度宜小；迟播，密度宜大。

合理的种植密度，是在获得群体充分发展的同时，保持单株的良好发育，协调处理好个体、群体与生长环境关系，使个体健壮，群体合理，以充分利用水分、养分和光能，最后获得高产。如行株距过大，则种植密度减小，每一个体虽有足够的营养面积，光和空气也比较充足，能保证个体发育良好，单株产量高。由于群体小，株数少，土地利用不经济，光能浪费也大，单位面积产量不会高。反之，行株距缩小，植株密度增大，单位面积上种植株数增多，虽然群体中株数多，土地与阳光均得到了充分的利用，但每一个体营养面积缩小，田间通风透光条件差，个体发育受到限制，植株生长细弱，且易发生病害，单株产量少，单位面积产量也不会高。因此，种植密度须与有关因素相适应，做到合理密植。既充分利用地力与光能，又能保证作物群体与个体均得到正常发育、协调生长，从而最终获得较高的产量。

（张秀如）

种植制度 (cropping system)　一个地区或生产单位的作物组成、配置、熟制与间套作、轮连作等**种植方式**的总称。它必须与当地农业资源、生产条件以及养殖业和整个农村经济相适应。如南方水田油菜—稻—稻的种植制度，它既反映了水稻、油菜为主的作物组成和一年三熟制，又体现了油菜与双季稻轮换和单作的种植方式。种植制度是**耕作制度**的中心环节。习惯上也往往以种植制度的名称来命名耕作制度。

效能　一个合理的种植制度应该体现当地、当时条件下农作物种植的优化方案。通过它来统筹兼顾各个方面，达到充分合理均衡地利用当地自然资源与社会经济资源；全面持续增产稳产并增进经济收益；培养地力，保护资源，维持农田生态平衡；协调国家地方农户之间对农产品的需求关系；从种植业结构角度促进畜牧业以及林、渔、副等业全面发展，促进多种经营；协调种植业内部各种作物的关系，如粮食与经济作物、夏粮与秋粮、主粮与辅助粮、饲料绿肥作物的安排等等。在一定的生产条件下产量、地力、收入、需求、生态等不可能都得到最大限度的满足，但是应该体现相对的较优方案。如果种植制度不合理，则会引起生产部门之间、作物与环境之间、生产部门与销售部门之间的不协调，或者产生资源利用不合理与生态环境遭受破坏，高产量，低收入，影响农田生产力降低等情况。所以，在农业生产中合理的种植制度具

区号	区名	气候特点					
		年平均气温(℃)	1月气温(℃)	7月气温(℃)	≥10℃积温	年降水量(mm)	无霜期(天)
I	青藏高原喜凉作物一熟轮歇区	0~8	0~-15	10~17	500~2 300	300~600	70~130
II	北部中高原半干旱喜凉作物一熟区	2~8	-7~-18	16~19	2 000~3 200	300~450	100~140
III	北部低高原易旱喜温作物一熟区	4~10	-30~-17	20~25	2 500~3 600	400~600	140~170
IV	东北平原丘陵半湿润喜温作物一熟区	-1~9	-8~-26	20~25	2 000~3 600	500~800	110~170
V	西北干旱灌溉一熟兼二熟区	4~13	-8~-16	20~25	2 800~4 000	<200~300	140~180
VI	黄淮海平原丘陵水浇地二熟旱地二熟一熟区	8~15	-7~2	24~27	4 000~4 800	500~900	170~200
VII	西南高原山地旱地二熟一熟水田二熟区	12~18	2~10	20~27	4 000~5 500	800~1 400	200~260
VIII	江淮平原丘陵麦稻二熟兼三熟区	14~17	1~5	27~28	4 600~5 300	900~1 200	200~270
IX	四川盆地水旱二熟兼三熟区	15~18	5~8	25~28	5 800~6 000	900~1 300	280~320
X	长江中下游平原丘陵水田三熟二熟区	16~18	2~8	28~30	5 100~6 100	1 000~1 800	240~280
XI	东南丘陵山地水田旱地二熟三熟区	16~21	5~12	26~29	5 200~6 700	1 200~1 800	250~320
XII	华南丘陵沿海平原晚三熟热三熟区	21~25	11~20	27~29	6 000~9 000	1 100~2 000	330~360

区号	农区地貌	土壤	作物构成	复种类型	复种指数(%)
I	高高原上的河谷盆地与坡地	高山亚高山草甸土与草原土	青稞兼小麦、豌豆、油菜	一熟轮歇	90.0
II	中高原上的平缓坡岗地与黄土丘陵	栗钙土 棕钙土 沙土	杂粮、春麦兼马铃薯、胡麻	一熟休闲	90.2
III	低高原上的塬丘陵山地山间盆地相间	黄绵土 黄垆土 栗钙土	春小麦、玉米、谷糜	一熟	100.8
IV	平原为主兼山前丘岗缓坡地	黑钙土 草甸土 白浆土	玉米兼大豆、春麦、稻、高粱、谷子、甜菜	一熟	99.7
V	山前或河套平原	栗钙土 灰钙土 棕色荒漠土 淤灌土	春冬小麦兼玉米	一熟为主 南疆麦田两熟	97.2
VI	平原为主兼部分丘陵盆地谷地	潮土 褐土 棕壤 盐渍土 沙姜黑土	冬小麦兼玉米、棉、薯、大豆、花生	冬麦/玉米(水浇地) 棉、花生一熟(旱地)	149.2
VII	中高原上的丘陵山地盆地相间	黄壤 棕壤 水稻土	玉米、稻、冬麦、薯、油菜	麦—稻(水田) 麦—玉米、玉米薯一熟(旱地)	157.7
VIII	平原为主部分为丘陵岗地	水稻土 黄棕壤	稻、麦、棉	麦—稻、麦/棉	183.8
IX	丘陵平原低山	紫色土 水稻土	稻麦兼玉米、薯、油菜	麦—稻，麦/玉米/甘薯	189.1
X	平原为主部分丘陵低山	水稻土 红壤 黄壤	双季稻兼麦、棉、油菜、绿肥	麦(油、肥)—稻—稻	228.8
XI	丘陵低山、山间盆地、谷地与缓坡	红壤 水稻土 黄壤	双季稻兼玉米、甘薯、油菜、绿肥	闲—稻—稻 麦/棉	180.0
XII	丘陵低山与沿海平原	砖红壤性红壤 砖红壤 水稻土 冲积土	双季稻兼杂粮、甘薯	闲—稻—稻 甘薯—稻—稻	189.5

有重要的战略意义。

类型　按作物构成划分，有以粮食、经济作物为主的，也有以饲料作物为主的，或以多年生作物为主的种植制度类型等等。也有混合的，如粮饲并重的种植制度、粮草兼有的种植制度等。亚洲、非洲、拉丁美洲各国，主要以粮食作物为主；而粮饲或粮草并重的类型，则主要分布在欧洲、北美、苏联；以饲料为主的种植制度主要分布在新西兰、丹麦等。

按降水与灌溉程度划分有：①半干旱地区**旱作种植制度**，主要分布于中国的西北、苏联欧洲部分草原地带、美国大平原西北部、印度南部、非洲半干旱热带等地区。主要作物是小麦、高粱、黍粟等，一年一熟为主；②半湿润地区或湿润地区无灌溉种植制度，普遍分布在欧、美、亚、非各洲雨量较多而又无灌溉条件的地区。除了旱地作物外，还有水稻；③灌溉旱地种植制度主要分布于中国、印度、埃及等地、主要作物有小麦、玉米、棉花、水稻，以及牧草，特点是集约程度较高，在生长季长的地方常为一年二熟或三熟；④**水田种植制度**主要分布于东南亚、中国，以种植水稻为主。

此外，种植制度还常以熟制或轮作命名，例如水田一年一熟、小麦一大豆→玉米二年三熟、麦一稻一稻一年三熟等。牧草→牧草→牧草→小麦→玉米→棉→棉→棉这样一种草田轮作，不仅反映了**轮作与连作**的关系，也反映了作物组成结构与复种程度，这实质上也是一种种植制度。

世界种植制度　各国自然环境与社会因素差异甚大，因而种植制度种类繁多，主要有如下几种。①撂荒制：耕地利用程度极低，一般少于1/3的耕地种植作物，大于2/3的耕地长期弃荒以恢复地力。主要分布于热带亚洲和拉丁美洲，约占世界耕地的23%；②休闲制：耕地中有1/3～2/3种植作物，其它2/3～1/3留作休闲。主要分布于干旱草原地带，如澳大利亚、中国西北部、俄罗斯草原地带、美国大平原北部等；③连年耕种制：耕地利用率已大为提高，休闲已减少至耕地的1/3以下，或者全年耕地均种植作物，多为一年一熟，或实行轮作，这是当前世界上的主要种植制度。广泛分布于欧洲、美国、中国、东南亚等地；④多熟制：主要在人多地少、生长季长、水肥条件好的地方应用。如中国东南部、埃及、印度，以及东南亚一些国家的部分地区（见**多熟种植**）。

中国种植制度　中国幅员广阔，自然资源与社会经济条件十分复杂。种植制度的主要特点是：①人多耕地少，土地利用率高，复种指数高达147%（1982年），是世界上复种面积最多的国家。②作物组成中以粮食作物为主，经济作物次之，饲料作物、多年生牧草在耕地上所占比例极低。③种植方式多种多样，单作与间套作、轮作与连作均有分布。轮作换茬比较灵活，定区式轮作较少（见**轮作**）。

中国淮河秦岭以南是以水稻为主的一年二熟或三熟制。华北水浇地多以小麦为主的一年两熟制；旱地以玉米、高粱、谷子、甘薯等旱粮为主的一年一熟或二年三熟制。东北、西北则以小麦、旱粮一年一熟为主。年降水量小于300mm的地方，只能实行灌溉种植，一年一熟或二熟。

中国的种植制度归纳起来有以下12个类型（见上页表）。

参考书目

刘巽浩、韩湘玲：《中国耕作制度区划》，北京农业大学出版社，北京，1987。

（刘巽浩）

种质创新 (germplasm enhancement)

运用各种育种手段，将某些植物种质资源上所特有的有利性状，转育到某一作物上，从而培育出这一作物新的种质的工作。新种质的一般遗传背景有较大的改进，更便于育种工作者利用，又称预育种。

作物**种质资源**的遗传多样性是育成突破性品种的基础。但随着作物品种水平的不断提高，育种目标要求的日益全面，育种家利用的亲本日益集中。至60年代初期为止，美国大豆种植面积95%以上使用的品种都具有6个来自中国东北的大豆品系的遗传背景。其结果是作物遗传基础日益狭窄，造成品种改良上停滞不前的局面。70年代以来，扩大种质的应用范围日益受到人们的重视。但是，有些种质资源，在提供某些独特的有利基因的同时，也往往伴随着许多不良性状，直接用作亲本进行杂交育种常会延长育种进程，成功率也低。在进行远缘杂交时更会发生不亲和或后代不育的困难。因此，在正式应用这些材料之前，预先通过自然渗透、回交育种、远缘杂交、群体改良等手段，创造出既具有独特优良性状，又能打破不利基因连锁，在一般性状上大为改进的新种质成为育种工作中迫切需要解决的问题。

种质创新可由专业人员进行，创造出的新种质提供给育种家使用。例如苏联的全苏栽培植物研究所进行了很多作物的远缘杂交，但只创造新种质，不选育新品种；另一种做法是由育种家进行新品种选育的过程中“兼顾”种质创新，即从分离世代材料或高代品系中选留那些具有突出特点、但尚不够完善的材料或品系，作为新种质使用。另外，具有独特性状的田间自然变异株的发现和利用，也是种质创新一个途径。

美国的O．A．沃格尔（Vogel）在50年代后期用日本的矮秆但不抗锈病的小麦品种农林10号与美国品种Brevor 14杂交，打破了矮秆与不抗锈病的连锁，成功地育成了含有Rht1和Rht2矮秆基因的著名小麦矮秆新种质Norin 10－Brevor 14，成为世界上有名的矮秆育种材料。国际玉米小麦改良中心用它为矮源育成

了一批墨西哥半矮秆小麦品种。美国也用 Norin 10-Brevor 14为亲本育成了格恩斯(Gaines) 等一系列半矮秆高产小麦品种。

中国台湾省育种家把农家品种低脚乌尖上的sd1基因转育到台中本地 1 号上。**国际水稻研究所**用台中本地 1 号为矮源育成了一系列高产半矮秆水稻品种。第二次大战后德国育种家用小麦和黑麦杂交得到1B/1R易位系后代 Reibesé 147—51和牛朱特（Neuzucht）及其衍生物，均含有 Yr9、Lr26、Sr31等基因兼抗小麦条、叶、秆锈和白粉病。苏联用牛朱特及其后代为抗源育成了阿芙乐尔（Аврора)、高加索（Кавказ）和山前麦 2 号（Предгорная 2）等抗病丰产良种。

美国、法国等通过远缘杂交把某些小麦亲缘植物的抗病基因转育到小麦上，培育出小麦抗病新种质，大大丰富了小麦良种的抗病资源。（马缘生）

种质库 (germplasm bank)　长期或中期保存作物种质的建筑设施。一般具有保温隔湿结构和空调设备，使库内常年保持低温低湿条件，以减缓种子新陈代谢，延长种子寿命和保存年限。

种质库一般由库房、机器房和清选室、熏蒸室、发芽室、干燥室、资料档案和计算机室等组成。库房是整个建筑物的核心。

根据要求保存时间的长短，库房有 3 种：①短期库，库温20℃以下，种子约可保存5年；②中期库，库温0℃左右，种子约可保存15年；③长期库，库温 −10～−20℃，种子可保存50年以上。长期库内要求相对湿度35～50%，这样即使密封容器漏气时，种子经与空气中水分平衡后所升高的含水量也不会超过允许的安全值。中期库对湿度控制要求不严。

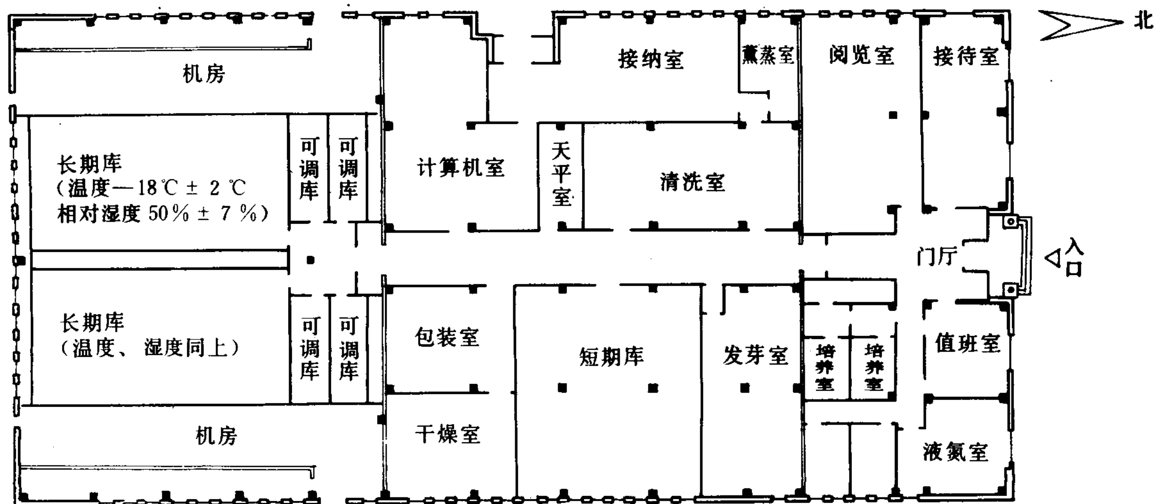
种子入库前必须检测发芽率。将发芽率合格的种子，在温度40℃以下进行干燥，把种子含水量降低到4～7%，密封包装后放入库内。密封包装有3种形式：①密封罐式。将种子装入金属罐中，用封罐机封口，密封效果最好；②螺旋盖盒式，用带螺旋盖的金属盒装种子，螺旋盖内有密封胶垫；③袋装式，用无毒复合铝箔材料制成的袋子装种子，用热合机封口。

至1984年止，世界上已建成各类种质库500余座，第一座现代化种质库是美国于1959年在科罗拉多州的科林斯堡建成的。是一座二层楼房，制冷机房设在一层，种子贮藏库和种子检验室设在二层，共有11间库房，每间面积36平方米，其中10间用于贮藏种子，另一间供新收到种子适应环境和预处理之用。该库不控制相对湿度，温度在−10～−20℃之间。种子在38℃下干燥至含水量达4～7%后，装入复合铝箔种子袋，热合密封后入库。该库还将描述种子性状的资料，存入电子计算机以便检索。到1986年底共入库种子205 000多份。

日本于1965年在平冢建立了国家种子贮藏管理室，1983年在筑波市建立了一座新库，有两间库房，大间面积101.8平方米，温度−1±1℃，相对湿度30～35%；小间38.6平方米，温度−10±1℃，相对湿度30～35%。该库自动化程度高，取种子时人不需进入库内，由机械送至窗口。

位于菲律宾的**国际水稻研究所**于1977年建成水稻种质资源库，建筑设计采取了库中套库的方式，长期库被包在中期库内。中期库温度为4±1℃，相对湿度40～50%；长期库温度为−10±2℃，相对湿度30±5%。另有短期库，温度为20±2℃，相对湿度45～60%。

北欧是利用挪威北部斯瓦尔巴群岛上一个废弃煤矿巷道作库房保存种质。该巷道处于永冻层地区，长19米，高和宽各 4 米，顶上岩石厚约70米。库内温度常年稳定在−3.7℃左右，相对湿度90%。种子干燥后密封，存放在巷道内，作100年保存试验。



2 号种质库平面图

中国国家种质库位于北京中国农业科学院内。其中，1号库于1984年建成并投入使用，有两间库房，大间面积214平方米，温度0℃，小间面积111平方米，温度－10℃，相对湿度未加控制。2号库于1986年10月落成，1987年投入使用。库房两间，面积各150平方米，温度－18℃，相对湿度50%，采用活动种子架，可贮存40万份种子。还有4间面积各为17平方米的供试验用的小库。此外还配有机房、种子发芽、干燥、检验、资料档案、电子计算机、种子生理实验等配套建筑（见上页图）。新到的种子需先经过检验，分类编号，清选，生活力测定工序，将符合标准的种子样品放到不高于40℃的干燥箱内干燥，使种子含水量降至6%左右，装入螺旋盖式金属盒内密封入库保存。每份种质保存3盒，每盒200克左右。按一份种子一份档案资料的原则，将各类作物的性状数据输入电子计算机贮存，以便检索。1987年底入库保存的种子有70 000份。

中国还在广西壮族自治区农科院（南宁）、黑龙江省农科院（哈尔滨）、河北省农科院（石家庄）、湖北省农科院（武汉）、山西省农科院（太原）及中国农业科学院棉花所（河南省安阳）、原子能所（北京）、蔬菜所（北京）等单位建立有省级或专业性质的中期库。此外，青海省农科院（西宁）还建立一座利用当地低温干燥气候特点，不用空调的种质资源库。

80年代以来，世界各国修建种质资源库的趋势是：采用更低的干燥温度，例如15～25℃，将种子含水量降低至5～7%，贮藏温度控制在－18～－20℃，不控制相对湿度，密封包装后入库，并采用活动型种子架以提高库房利用率。（江朝余）

种质资源（germplasm resources） 亲代传递给子代的遗传物质称种质，携带各种种质的材料称种质资源，又称**遗传资源**或**基因资源**，俗称品种资源。包括古老的地方种、新培育的推广品种、重要的育种品系和遗传材料，以及作物的野生亲缘植物等。它们具有在进化过程中形成的各种基因，是作物育种的物质基础，也是研究作物起源、进化、分类、遗传的基本材料。

种质资源，尤其是古老的地方种和野生亲缘植物，是长期自然选择和人工选择的产物，具有独特的优良性状和抗御自然灾害的特性，是人类的宝贵财富和品种改良的源泉。但是，在人类文明高度发达，工、农业建设取得巨大进步的同时，许多宝贵的种质资源正面临着灭绝的威胁。原因是：①现代化大规模农业生产和城乡建设工程破坏地球上原有生态环境，使一些野生资源失去自然栖息之地。②耕作制的改变趋向于作物种类简单化或单一化。③大面积推广优良品种使很多地方种迅速消失。④生产对作物品种的要求日益提高，迫使育种家集中使用符合育种目标的少量亲本，而置许多有潜在效益的种质于不顾，听其自生自灭，而相似的育种目标和定向选择，则使作物品种的遗传基础日益狭窄。为此，必须大力进行抢救，即广泛收集，长期保存，并不断开发、研究、利用这些种质资源，才有利于生产和科学技术的发展。

发展简史 地球上开始有生命便有了种质。生物的进化是通过种质的遗传与变异而实现的。人类从利用种质到研究种质、认识种质，已经有漫长的历史，而且永远没有止境。运用近代科学知识对作物种质资源进行研究并提出相应理论的，首推瑞士A. 德堪多（de Candolle）。1882年他发表了植物多样性集中分布在某些地理区域的论点。认为大部分栽培植物包括各种谷类、豆类、瓜类、桑、果树、蔬菜等，起源于旧大陆。英国C. R. 达尔文（Darwin），通过历时五载的环球考察和采集，在1859年出版的《物种起源》一书中提出以自然选择为基础的进化学说，对生物的遗传、变异作出科学的解释。1926年苏联H. И. 瓦维洛夫发表了世界栽培植物起源中心学说。中国丁颖于20世纪50年代提出关于中国栽培稻种起源及其演变的新见解。至于植物多样性的存在正不断受到胁迫的论点，则是美国H. V. 哈兰（Harlan）于20世纪30年代提出的，从而强化了人们对收集、保存和研究种质资源的紧迫性的认识。

引进并合理利用种质资源，使近代品种改良工作不断取得成就。50年代初，中国通过良种评选活动，从地方种中选出一大批小麦、水稻、谷子等良种，对当时农业生产起了促进作用，并为作物育种打下了基础。广东省从水稻品种南特中选出矮脚南特后，以矮脚南特、矮仔粘等为矮源，选育出一大批矮秆高产品种。台湾省利用矮秆地方品种低脚乌尖育成台中本地1号。这些地方矮源的利用，使中国水稻矮化育种处于国际领先地位。引种的作用也很广泛而显著，如引进的农垦号和国际号水稻，斯字棉和岱字棉，玉米品种金皇后及自交系Mo17、Oh43，小麦品种碧玉麦、南大2419、阿夫、阿勃、早洋麦、胜利麦、洛夫林10号、洛夫林13号，以及糖料作物甜叶菊和饲料作物聚合草等或直接利用或作为育种的原材料，都在不同时期对发展中国农业生产作出很大贡献。在杂种优势利用方面，中国利用在海南省发现的败育型野生稻转育成不育系，并以国际稻26等栽培品种作恢复系，最早成功地实现了大面积推广杂交稻，对水稻增产起重大作用。在抗病育种方面，美国50年代从3 000多份大豆种质资源中筛选出北京黑豆为抗源，解决了孢囊线虫的为害。苏联用抗病的墨西哥野生棉与早熟棉花品种C－4727杂交选育出高抗黄萎病的塔什干1号和3号。玉米奥派克2号（O-2），大麦Risϕ1508、Hiproly（高蛋白），高粱P-721高赖氨酸突变体以及甘蓝型油菜低芥酸品种列荷（Liho）、低硫代葡萄糖甙品种布郎诺夫斯基（Bronowski）等的

发现，有力地推动了上述作物营养品质育种的进展。现今高产、双低油菜品种已在部分主产区广为种植。农艺性状好、胚乳硬质的高赖氨酸玉米也在生产上试种，都收到明显效益。

工作概况　很多国家高度重视种质资源工作，其中以苏联和美国的工作历史较久，规模较大，内容较深，掌握种质资源的数量也较多。60年代以来，许多国际农业研究中心也先后做了大量工作。中国于50年代后期开始组织力量开展作物种质资源研究。

苏联　苏联对国内外植物资源的考察收集工作始于1923年。1924年成立全苏应用植物和新作物研究所，1930年改为全苏植物栽培研究所（ВИР），所长**瓦维洛夫**曾先后组织约200次考察，到过亚、非、南欧、北美、南美等洲60多个国家，收集了约15万份植物资源材料。他根据多年观察和研究结果，提出作物起源中心学说。认为世界上的农作物主要来源于8个彼此独立的古代农业发源地，即下列8个栽培植物起源中心：中国起源中心、印度起源中心、中亚起源中心、西亚起源中心、地中海起源中心、阿比西尼亚（即现在的埃塞俄比亚）起源中心、南美和中美起源中心、南美（秘鲁—厄瓜多尔—玻利维亚）起源中心。这个学说，后人虽有所补充，但其基本论点一直为世界学者所公认。对研究植物的起源、进化、分类和遗传，对指导作物育种均有重大意义。

全苏植物栽培研究所实际上是植物种质资源研究所，隶属于全苏列宁农业科学院，所址在列宁格勒，下设若干研究室，并在全国各地建立若干试验站。主要任务是收集、保存国内外植物资源，并全面研究全世界的栽培植物及其野生亲缘植物，经常组织考察队在欧洲部分、高加索和外高加索、哈萨克斯坦、中亚细亚、西伯利亚、远东等6个地区开展调查研究。以便有效地为发展国民经济服务。1967年为纪念该所奠基人、第一任所长瓦维洛夫，改名为全苏瓦维洛夫植物栽培研究所。1985年保存的植物种质资源约35万份，包括22科，300余属，2 260余个物种。每年向全国育种单位提供数万份样品作为育种的原始材料。据70年代末的统计，苏联各地育种单位利用该所提供的原始材料，共育成2 000多个优良品种和杂交种，在生产上大面积种植。

美国　美国本土原有植物资源很少，除向日葵等少数几种作物外，其它食用和纤维作物几乎都是从国外引进的。1776年独立以后，通过驻外使节、海员、人员来往、学术交流、专业考察等渠道积极开展种质资源搜集工作。1900年以来，先后派出200多个考察队到作物多样性中心进行现场采集。截止到70年代末，累计引入材料超过40万份。

为了安全保存从世界各地引入的植物资源，美国于50年代在科罗拉多州柯林斯堡建立了国家种子贮藏研究室（NSSL），长期贮存小麦、玉米、大豆、棉花等作物的种子，并开展种子在贮藏期间的生理和遗传性变化的研究，为改进贮藏技术提供理论依据。1981年在俄勒冈州建成保存无性繁殖系的设施。

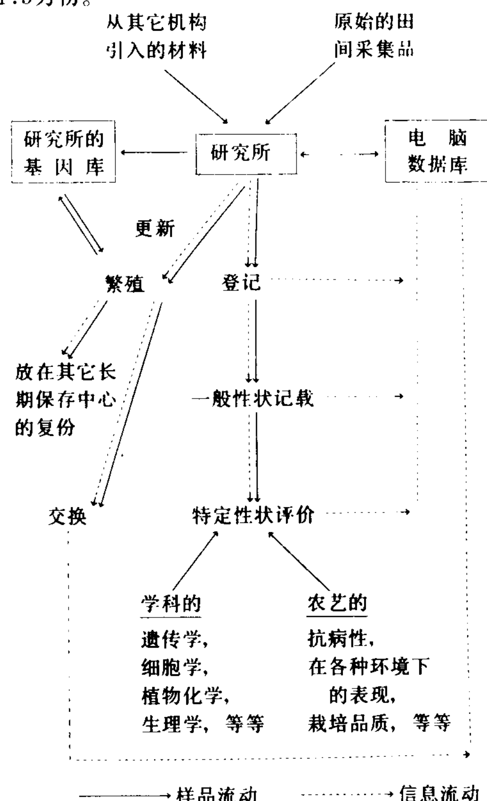
美国制定有关农作物种质资源政策的机构是国家植物遗传资源委员会（The National Plant Genetic Resources Board）。由农业部聘请有关官员共13人组成，其中包括农业部主管资源、研究和教育的副部长1人，担任委员会的主席。下设国家植物种质委员会（The National Plant Germplasm Committee），作为国家植物遗传资源委员会的咨询机构。

美国农业部在位于马里兰州的遗传和种质研究所内设有植物引种办公室，管理对外交换植物种质工作。任何单位或个人从国外引入的种质，必须送交国家植物检疫中心检疫后转到引种办公室统一编植物引种号，然后发给要求引入的单位或个人。向国外提供种质时，也必须经过引种办公室，由植物检疫中心检疫后发给检疫证书，再由引种办公室寄出。为了加强对引进种质的研究和利用，1948～1953年分别在东北、中北、南、西等4个自然区建立植物引种站，分工负责种子繁殖作物的登记、试种和评价，资料的记载管理和公布，以及种子的中期贮存和分发等工作。

国际农业研究中心（International Agricultural Research Centers）　在国际农业研究磋商小组（CGIAR）体系中，**国际植物遗传资源委员会**（IBPGR）是专门负责组织协调和指导全世界作物种质资源研究工作的一个国际农业研究中心。此外，以作物为研究对象的国际农业研究中心有位于哥伦比亚的**国际热带农业中心**（CIAT），位于墨西哥的**国际玉米小麦改良中心**（CIMMYT），位于秘鲁的国际马铃薯中心（CIP），位于叙利亚的**国际干旱地区农业研究中心**（ICARDA），位于印度的**国际半干旱热带地区作物研究所**（ICRISAT），位于尼日利亚的**国际热带农业研究所**（IITA），位于菲律宾的**国际水稻研究所**（IRRI），位于利比里亚的**西非水稻发展协会**（WARDA）。这些国际农业研究中心均结合育种进行种质资源的收集、保存、评价、利用工作。

50年代以来，各国政府和农业科研机构日益重视作物种质资源的收集、保存、流通和研究利用，一般采用的工作流程见上页图。国际植物遗传资源委员会在1984年出版的《保存作物种质的机构：国际植物遗传委员会世界基因库网》中，列举了60多个国家和地区保存作物种质的机构名称、地点、保存条件和作物种类。作为长期库，库内温度一般为－20～－10℃，相对湿度一般低于40%。对于正常型种子其含水量一般要求降至5～8%。据国际农业研究磋商小组统计，世界各地基因库保存的作物种质份数为184.6万份，其中禾谷类121万份，豆类34.5万份，根茎类7.4万份，饲料作物

21.5万份。



种质评价和入库管理程序示意图

中国 50年代以前，作为中国作物种质资源重要组成部分的各种作物地方种，基本上分散在千家万户，少数科研单位和农业院校为开展育种工作曾征集部分国内外种质，主要是稻、麦、棉等作物，但没有专门的作物种质资源研究机构。1949年中华人民共和国成立后，连续几次在全国范围内征集各类作物的农家品种。根据1958年1月召开的"全国大田作物品种会议"统计资料，全国共收集各种大田作物资源近20万份，其中属于新征集的约15万份，另外尚保存有国外材料1.2万份。这几次征集为中国作物品种资源研究奠定了物质基础。

1957年中国农业科学院作物育种栽培研究所成立时，设有品种资源研究室，负责组织协调全国作物种质资源研究工作。1958年国家规定在**中国农业科学院**统一领导下，由**作物育种栽培研究所**、**棉花研究所**、东北、西北、华北、华中、华南、西南等农业科学研究所，内蒙古、新疆农业科学研究所，西藏农业试验场分别负责组织保存本区域原产的大田作物农家品种及指定的国外品种。后改由各省（自治区）、市研究所分别保存原产本地的材料，采取轮番种植的办法保持种子生活力。并结合种植进行性状观察和鉴定。

1979年召开第一次全国作物品种资源工作会议，制定了新的全国协作方案，包括全国农作物品种资源补充征集和云南省作物品种资源，以及全国野生稻、野生大豆等重点考察计划。1981～1984年组织西藏农作物综合考察。1981～1983年间组织新疆农作物及野生亲缘植物考察。这几次补充征集和重点考察，共搜集到各种作物种质约15万份，包括50年代漏征的和得而复失的种质，以及首次搜集到的一大批珍贵、稀有种质，进一步明确了全国各类作物种质包括其野生亲缘种的种类和分布，是继50年代全国作物品种资源征集工作以后的又一重大成就。截止到1984年，中国保存的作物种质约30万份。

为了长期妥善保存这些材料，中国农业科学院先后于1984年和1986年在北京建成一号和二号国家种质库。一号库以中期保存为主，二号库为长期库。后者可贮存种质40万份以上。按照计划，所有作物种质资源均保存1份于国家种质库内。作为长期贮存的基础材料；各省级农业科学院保存一套原产本地的材料，中国农业科学院有关研究所保存一套某一种或某一类作物的种质资源，均作为中期贮存的流动材料。基础材料为流动材料提供繁殖更新所需种子，流动材料向使用者提供种子。长期库集中贮存种质，既便于管理，也比较经济；中期库采取分散方式，有利于充分利用种质和因地制宜繁殖更新。

1986年起，进一步对全国作物种质资源开展比较全面的性状鉴定，同时加强种子入库工作。截止到1986年，中国农业科学院品种资源研究所已与89个国家、地区和国际组织建立了种质交换关系。

参考书目

中国农业科学院作物品种资源研究所编：《作物品种资源研究方法》，农业出版社，北京，1985。

Frankel, O. H. and J. G. Hawkes, *Crop genetic resources for today and tomorrow*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1975.

Holden, J. H. W. and J. T. Williams, *Crop genetic rescurces : conservation and evaluation.* Geerge Allen & Unwin (Publisher) Ltd, London WCIA ILU, UK, 1984.

（许运天）

种质资源保存 (germplasm conservation)

利用天然或人工创造的适宜环境，长期保持种质的生活力，使原有遗传基因不致丢失的工作。这种保存方法避免了为保持种质的生活力经常种植更新和种质遗传性的变迁。

种质资源的保存方法因作物的繁殖方式不同、种子类型不同而异。对种子繁殖作物，人工创造环境保存其种子；多年生作物和林木，可建立种质资源圃和自然保护区来保存；对于无性繁殖作物，已开始采用试管苗保存。20世纪70年代以来，试验成功利用液态

氮进行超低温保存。

种子保存　农作物多数为种子繁殖作物，故种子保存是最常用的种质保存方法。种子有两类：一类称"正常型"种子，绝大多数作物的种子属这一类，要求在低温干燥条件下保存；另一类称"顽拗型"种子，如茶、油棕、咖啡、可可及其他许多热带果树种子，不能在低温干燥条件下保存，其保存方法尚未真正解决。

正常型种子的保存条件，因作物不同而略有差异。但它们有一个共同规律，即呼吸作用越微弱，新陈代谢活动越迟缓，种子的寿命越长。反之则短。因此，调整保存条件，使种子处于呼吸极微弱而又不致死亡的状况下是使种子长期存活的关键。

影响种子呼吸作用的主要因素是水分和温度，二氧化碳浓度亦有一定影响。

水分包括种子含水量和空气的相对湿度。其中起主导作用的是种子含水量。空气相对湿度过高时，种子会从空气中吸收水分，增加含水量。种子呼吸强度随种子含水量的增加而加强。在种子含水量很低时，呼吸非常微弱，种子处于相对静止状态。当种子含水量高到一定限度时，细胞内出现游离水，呼吸强度急剧增强，酶的活性旺盛，种子进入萌发前的新陈代谢活动旺盛期。这时的种子含水量称临界水分。小麦种子的临界水分约14.6%，水稻约为13%。超过临界含水量的种子，不能长期保存。含水量13%的洋葱种子，在5℃下存放2小时便丧失其生活力；将含水量降低到6%时，仍在5℃条件下存放10年，仍保持其原有的生活力。正常型种子，供长期保存时，均先行干燥，一般使含水量达6%左右，置密封容器内再存入库中保存。

种子的呼吸作用在一定范围内随温度的升高而加强。在空气相对湿度为50%时，剥壳花生种子置于32℃下，一年后即丧失生活力。但在10℃下可放置5年。

种子进行呼吸作用是从空气中吸氧、放出二氧化碳。因此环境中二氧化碳浓度增大能抑制呼吸作用，有利于延长种子寿命。

有人试验证明，当种子含水量在5～14%范围内，含水量每降低1%，种子寿命延长1倍；在0～50℃范围内，温度每降低5℃，种子寿命延长一倍。有的研究者认为，在空气相对湿度15%，种子含水量4～6%，温度－20℃或更低，空气中含氧少，含二氧化碳多，黑暗无光的条件下，大多数种子可以生活几百年。此外，低温、低湿的好处还在于可以防止病虫的发生，以保护种子不受危害。

在中国民间有许多低温干燥保存种子的方法。20世纪60年代以后，许多国家兴建现代化种质库，创造低温、低湿条件延长种子寿命。

种质资源圃保存　对多年生作物，如果树、桑、茶等，多采用建立种质资源圃保存活植株的方式保存种质。中国农业科学院果树、柑桔、茶叶、蚕桑等研究所和一些省的果树研究所都建立有种质资源圃。美国于1981年在俄勒冈州的科瓦力斯建立了西北植物种质资源保存圃，在19公顷土地上保存梨、薄荷、蛇麻等作物，是美国计划建立的12个水果和坚果等种质资源圃之一。该单位还有大型温室和网室；每份种质在网室和圃场各保存三株，截止到1982年1月，共保存材料1 821份。

自然保护区保存是保存某些野生种质资源的最好方式。保留其原有生态环境，使它们不致随着自然栖息地的消失而灭绝。中国在1986年底已建立自然保护区333处，总面积1 933万公顷，约占国土面积的2.01%。如新疆阿尔金山、太白山、西双版纳等自然保护区。世界上第一个自然保护区是1872年美国建立的黄石公园。19世纪以来世界各国建立自然保护区的工作发展很快。日本、坦桑尼亚等国自然保护区的面积占国土面积的20%以上。对保存野生种质资源起着重要作用。

试管苗保存　无性繁殖作物难以用种子保存，可采用试管苗方式保存，又称分生组织保存。其方法是将植株的茎尖(即分生组织)取下，接种在含分化培养基的试管中。在适宜温度和光照下不久便生根、长茎。然后将之转入含生长培养基的试管中。待幼苗长到10厘米左右时，即可置低温下(一般5～10℃因作物而异)长期保存。一般经半年至一年后，取下试管苗茎尖，放入新试管中，如上法长成幼苗继续保存。这样每半年至一年转管一次，可以无限期地保存下去。利用试管苗保存有很多优点。首先是节省土地和劳力，如保存800个葡萄品种，每品种保存6管苗，只需恒温室2平方米即可。若在田间保存约需占地15亩，田间管理尚需用大量人工。其次，在提供利用时，试管苗可以快速繁殖。同时，利用分生组织培养还可起到脱毒作用。此法的缺点是有些材料的再生能力弱，会在继代培养过程中逐渐丧失，也会发生染色体畸变，难以保持原有的遗传基因。有待于进一步改进。

超低温保存　将原生质、细胞、组织、器官或种子经处理后，放入液态氮中(－196℃)保存。使用时，将材料取出，经一定程序解冻，原生质体、细胞或组织通过培养诱导分化和植株再生。花粉可以授粉，种子可以播种。在－196℃条件下，一切细胞的代谢活动和生长过程都已停止。因此，各类种质可以在液态氮中长期保存，而排除遗传性变异。

美国国家种质贮藏实验室用21种蔬菜、8种乔木、61种花卉和32种大田作物的种子进行冷冻，并贮藏在－196℃的浓态氮罐中。解冻至常温后，测定发芽情况并在田间种植，一切表现正常。中国农业科学院作物品种资源研究所也进行了类似试验。超低温保存比机械制冷保存(利用机械创造低温低湿条件)节省能源，是有前途的种质资源保存方法。

(江朝余)

种质资源收集(collection of germplasm resources)　通过考察、采集、征集、交换、贸易等渠道收集各种农作物的栽培种、地方种和近缘野生种的活动，是农作物遗传育种的重要基础工作。

最早的植物种质资源收集活动是埃及法老散克赫凯尔(Sankhkere)约于公元前4 500年派考察队到亚丁湾寻找樟树和肉桂。1 000年后，埃及女王哈特色谱苏特(Hatshepsut)派船至东非沿海，寻找并带回大量新植物。20世纪以来，种质资源收集已成为一项重要事业。许多国家成立专门机构，组织专业队伍，到种质资源丰富的地区系统收集，为作物育种和生产积累物质基础。

美国农业部设立引种办公室，1897～1970年，共派出考察队150次，仅1897～1935年到中国考察收集近20次。50年代在拉丁美洲进行的玉米考察，收集各种类型玉米种质18 000余份。60年代在阿根廷和巴西进行的花生考察、在拉丁美洲考察豆类，在意大利、希腊和土耳其考察豌豆；70年代到非洲考察牧草、薯类及其他作物，到土尔其和伊朗考察小麦和豆科作物等都收集到大量种质资源。还从世界各国引进种质资源奠定了美国种植业的基础。

苏联在列宁农业科学院下成立**全苏作物栽培研究所**(ВИР)，负责农作物种质资源收集、保存和研究。瓦维洛夫及其同事在20世纪20年代和30年代进行了200次考察，到达60多个国家，收集约15万份材料。通过深入的研究，提出了作物起源中心学说遗传变异同源列的规律等。至今对种质资源收集和育种工作仍有指导意义。70年代以来，每年组织25～30个考察组，在全国范围内进行系统考察。在此期间，组织了多次国外考察，分赴美洲、拉丁美洲、大洋洲和欧洲一些国家收集种质资源。每年约收集12 000～16 000份，其中国内、外材料约各占一半。

日本农林水产省和文部省均经常组织国外种质资源考察。自20世纪50年代以来组织了20余项。1954年开始对中东小麦及其近缘野生植物考察了20多年，收集材料6 400余份。还曾派出考察组到意大利、匈牙利、印度收集水稻，到尼泊尔、巴基斯坦收集小麦，到欧洲一些国家和墨西哥收集玉米，到拉丁美洲诸国和尼泊尔、印度收集豆类作物等。

中国从国外引种有悠久历史。西汉时期（公元前139年）张骞通西域，就引进芝麻、亚麻、瓜类等多种作物。现在种植的**玉米**、**棉花**、**甘薯**、**马铃薯**等引自拉丁美洲。自1970年以来，从80多个国家引入各种作物种质资源7万余份，已有100多个品种直接用于生产。在国内曾进行两次大规模种质资源收集工作。第一次在50年代中期进行以县为单位的地方品种收集。据1958年统计，全国共收集到50多种大田作物品种约20万份(包括重复)。把分散在农民手中的大量地方品种收集了起来，避免因推广良种造成地方品种的丧失。1979～1983年，进行一次补充征集，共征集到50多种作物种质资源10万份，发现并挽救了一批珍稀和濒危的品种。1978年起组织了多次国内考察。1978～1982年进行的全国野生稻考察，到达400个县，收集材料3238份，查明了中国三种**野生稻**(普通野生稻、药用野生稻、疣粒野生稻)的分布区及其生态环境。1979～1981年进行的全国野生大豆考察，到达1 000余县，采集种子5 000余份，基本上查清了中国野生大豆的类型、分布区及其生态环境。1981～1984年进行的西藏作物种质资源考察，收集了30多种作物及其近缘野生种的资源7 710份(包括重复)。

国际植物遗传资源委员会(IBPGR)根据各地各种作物种质资源的重要性、收集情况、消失速度等，安排出地区和作物的优先收集次序，正在组织世界力量进行收集。

一般优先在作物的起源中心、栽培中心和遗传育种中心进行。在起源中心主要收集地方品种、原始种和野生近缘种，重点放在野外采集。在栽培中心主要收集各类地方品种和具独特性状的类型，重点要访问农户、了解品种的演变历史以及品种的经济性状和抗不良环境的特性。在育种中心主要收集育成的优良品种、品系及特殊遗传材料和亲本，重点要放在田间评选、掌握品种系谱及特征。

野外考察要访问当地富有实践经验的科技人员和农民，了解各种作物的类型、品种和分布概况，为制定考察计划和路线提供依据。在考察地点上应尽可能包括不同的生态环境，如纬度、海拔、地形、坡向、降水量、气温、土壤、植被以及其他自然因素。还应考虑种植方式、栽培制度和技术水平以及民族习惯等因素。这样才能获得丰富多样的种质资源，找到具有优异性状的材料或有潜在价值的材料。

采集的取样应以保证获得最大的多样性为原则。可以在取样地块上均匀选点，随机取样；也可以非随机取样，即在取样比较均匀的同时，适当地有选择地取样，带有一定倾向性。为了保证在每个取样地点采到95%以上的变异体，每个变异体在这一地点的样群中出现的频率大于0.05，自花授粉作物在每块地上应采集50～100个植株，每株上取50粒左右种子。无性繁殖作物材料通常是多种基因型的混合物，其栽培种在收获、贮藏和栽培过程中经受了严格的人工选择。因此，在一个种植区内基因型一般不多，在一个生态区内需收集50～200份材料，野生类型可多收集一些。

对收集到的作物种质资源，特别是引进的国外种质资源，必须进行植物检疫，严格防止把危险性病、虫、杂草等检疫对象引入，以免造成难以根治的病虫草害。

（董玉琛　黄亨履）

种质资源数据库 (data base of germplasm resources) 存放在计算机各种存贮设备中的植物种植资源数据的集合体。它包括种质资源的档案资料如品种的编号、名称、产地及主要性状等和管理系统。种质资源数据库的建成，可以迅速准确地为种质资源评价和育种工作提供科学信息。

建立种质资源数据库一般需经下列程序：

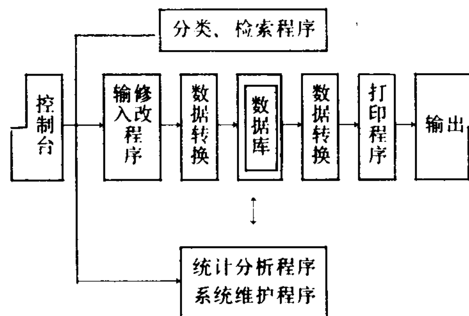
数据规范化处理 建库前，根据各种作物的记载项目确定数据类型、记录长度和输入计算机的格式。记载项目用数字和数字等级表示。对可度量的项目以公制为单位，对不可度量的连续变异的项目分0～9级记载。数字等级编码由小到大有一定的顺序性，如茸毛由无到有，颜色由浅到深。抗病性、抗逆性由强到弱等。通过推算间接获得的数据项目，一般不予列入。

确定数据结构 常用数据结构有层次式、网式、关系式三种。层次式数据结构是分层联系的。例如农作物包括若干种作物，每种作物有若干个品种，每个品种又有若干个记载项目，是一种层次式结构。在微型计算机上建立的种质资源数据库大多采用层次式数据结构，以数据文件形式存贮在磁盘上。中国农业科学院品种资源研究所在VT－20微型机上建立的小麦种质资源数据库文件，它包括2 000份品种的记录，每个品种的记录又包括90个数据项(记载项目)。网状数据结构不同于层次结构之处，在于数据之间可以任意连接，比层次结构复杂。美国在大型计算机上建立的种质资源数据库采用了这种结构。关系式数据结构是以数学关系为基础建立联系的。利用DBASE II或DBASE III建立的小型种质资源数据库都属于关系式数据库。

一种作物的数据结构确定之后，一般不宜再作变动，因为数据库的各个应用程序是按照作物的每个数据项在数据库内的位置、长度、数值类型调用数据库信息的，一旦更动结构，应用程序就不再能调用数据库的信息，数据资源就失去了共享性。

建立数据库管理系统 比较完整的管理系统是由输入、修改、分类、检索、输出打印、统计分析、系统维护七个程序模块组成的(见图)。输入程序用于输入新数据，建立和扩充种质数据库。修改程序用于修改或删除数据库内的任一记录或数据项。分类程序用于对每个数据项建立分类文件，为快速检索和打印数据信息提供方便。检索程序可按用户提出查询种质资源条件快速查找数据库的信息。输出打印程序可根据要求打印数据库的全部或部分记录，产生各种类型的种质资源报告。统计分析程序可以直接对数据库的信息进行统计计算，以便进一步研究种质资源各属性之间的关系。系统维护程序可产生数据和分类文件的备份，以保证种质数据库的安全。

随着电子计算机的广泛应用，许多国家已建立了种质资源数据库。据1984年报道，美国已存入了60万条种质信息，日本存入30万条，均实现了全国联机检索。位于菲律宾的国际水稻研究所已利用微型计算机处理数据发展到用大型电子计算机建立水稻存贮和检索系统。中国从1980年开始，北京、上海、浙江、吉林、宁夏、湖南等省(自治区)、市农业科研单位，相继在微机上建立了水稻、小麦、玉米、大豆、高粱、谷子等种质资源数据库，均已投入使用。



数据库管理系统示意图

(张贤珍)

种质资源整理 (documentation of germplasm resources) 对收集到的大量农作物种质资源进行分类、核实、登记、编号，田间种植、观察、鉴定，淘汰重复材料，并在取得较完整资料的基础上建立种质资源档案和性状数据库，编写品种目录和品种志等一系列工作。其作用是使种质资源的各种特性有案可查，便于育种和其它研究工作的检索、利用。种质资源整理包括以下 4 个主要环节：

初步整理 将收集到的作物种子、苗木、无性繁殖体等参照品种登记表或原始记录等资料进行初步分类、核实、登记、编号(临时号)。

观察鉴定 经初步整理的种质资源需在田间种植2～3年，进行系统的观察鉴定，收获后进行室内鉴定。田间种植应尽可能给予较好条件，将原产地相近、品种名称相同的材料相邻种植，便于比较异同。经过全面的观察鉴定，对同名异物材料和异名同物材料作出判断，淘汰重复材料。对保留材料给予永久编号。

资料整理 将经过观察鉴定所得资料建立种质资源档案，每份种质一份。档案内容包括编号(临时号和永久号)、名称、系谱、原产地(地理位置、国家、行政区)、种质类别(地方种、育成种、外引种等)、植物学分类、形态特征、生物学特征(生育期、冬春性、阶段发育特性、农艺性状、抗病虫特性、抗逆性等)、品质性状等。随着遗传学的发展，还可包括染色体数目、染色体组、所含基因符号、DNA碱基序列等。

为了便于利用种质资源档案，可根据需要，建立各种检索卡片，如按永久号、资源名称、原产地、某

些重要性状排列的检索卡片。许多发达国家和世界性研究中心都将种质资源档案所储存的信息输入电子计算机，建成种质资源数据库，供随时按不同系统检索，便于种质资源的利用（参见**种质资源数据库**）。

编写种质资源目录和品种志　将有关种质资源的信息编辑成种质资源目录或品种志出版，有利于扩大种质资源的利用，促进国际、国内种质资源交换。

20世纪80年代以来，中国陆续出版了各种作物的全国种质（品种）资源目录。不少省、市、自治区出版了本地的作物种质资源目录。目录多采用表格形式，包括编号、品种名称、原产地和主要农艺性状。国外对农作物种质资源收集整理也十分重视。国际遗传资源委员会对世界各国收集到的小麦、大麦、燕麦等作物进行了整理归类，淘汰重复。很多国家编写出版了种质资源目录，其中种质数量较大的有1975年日本出版的《种子保存目录》、西非水稻发展协会出版的《水稻资源目录》、加拿大出版的《加拿大燕麦遗传资源目录》、1986年**国际干旱地区农业中心**出版的《大麦种质目录》等。　（钱曼懋）

种子仓库 (seed storehouse)　安全贮藏农作物种子的专用建筑及附属设施。中国农民有着保存种子的传统经验。但在小农经济条件下，一般多用缸装、袋装、草包装等办法分散贮藏，也有建立种子和粮食共贮的土仓库。1958年以来，随着农业部门种子公司（站）的建立，各地先后建造了各种类型的种子专用仓库。包括简易仓、砖拱仓、土圆仓、房式仓、低温仓和机械化圆筒仓等，前3种类型造价低廉、结构简单、施工方便、材料来源广泛，已被农民广泛使用，但后3种类型是今后主要发展方向。

房式仓　一般均为钢筋水泥结构，坚固安全，密闭性能好，能防鼠、防雀、防火。库内无柱子，操作管理方便，库顶装有天花板，内壁和地面均蘸铺沥青防潮层，库容量150～1 500吨。

低温仓（库）　形式构造与房式仓相似，但更为严密。除内壁、地面有防潮层外，墙壁、天花板均有较厚的隔热层。库房内装有降温和干燥设施，可使种温控制在15℃以下，相对湿度65%以下。贮存年限较长，造价较高。主要用于贮存珍贵种、亲本原种和当年剩余的杂交种等。

机械化圆筒仓　仓体呈圆筒形，比较高大，均配有温湿度遥测仪、进出仓输送装置，以及自动化清理、过秤设备。圆筒仓能充分利用空间，仓容量大，占地面积少，一般比房式仓省地6～8倍，但造价较高，对种子的质量要求较严格。大型种子加工厂附近一般都建有房式仓和机械化圆筒仓。房式仓多存放准备待运的包装好的种子，圆筒仓多存放散装种子或加工过程中的中间产品。

建立种子仓库的共同要求是，库房建筑安全牢固，具有防潮、隔热、密闭、通风等性能，并配备有防鼠、防雀、防虫设备。仓库附近应设有晒场、器材保管室和检验室等附属建筑。晒场和保管室的大小应视仓库容量大小和器材工具多寡而定。

为了保证仓库种子安全，提高工作效率，减轻劳动强度，大型仓库均配有以下设备：①种子检验设备。检查化验种子贮存期间生理动态和进出仓质量所需测定项目的仪器和设备，如测湿仪、水分测定仪、油脂分析器、种子发芽箱、容重箱、扩大镜、木筛等。②装卸输送设备。采用机械输送种子进出仓使用的风力吸运机、移动式皮带输送机、堆包机及升运机等。③机械通风设备。在自然通风达不到降低仓内温湿度的要求时，应迅速开动通风机械。通风机械包括风机（鼓风机、吸气机）及管道（地上或地下）。一般吸气机比鼓风机效果更好。④熏蒸设备。是防治仓库害虫必不可少的设备。包括投药器及熏蒸药剂，各种型号的防毒面具、防毒服等。⑤仓库常用器材。扦样器、磅秤、种子袋以及晒场用具、消防器材等。

仓库管理应注意：①建立严格的管理制度。②入库种子应按品种来源和质量等级分别贮存，严防混杂。麻袋包装堆垛应考虑空气对流和管理方便。③入库种子应建立堆包卡片和保管帐，做到品种、等级和数量的帐、卡、物三相符。④定期检查种子水分、温度、发芽率和病虫害，发现问题及时处理。⑤注意仓库和用具的清洁和消毒。　（伍先知）

种子处理 (seed treatment)　**播种**前对种子进行的晒种、选种、消毒、浸种、催芽等措施。消除杂草种子等混杂物、破损粒、秕粒、病粒、虫伤粒等，以提高种子发芽率和打破休眠期等。

晒种：利用阳光曝晒种子，可促进种子后熟，降低含水量，增强种子的生活能力，降低种子内发芽抑制物质（如谷壳内脂A、谷壳内脂B、离层酸和香草酸等）的浓度，提高发芽率和发芽势，并有一定的杀菌作用。

选种：通常用风选和筛选淘汰轻、秕粒和小粒。方法简便、工效高、成本低，是最普遍采用的精选种子的方法。近代的大型选种机把风选与筛选结合在一起，精选效率高、质量好；液选（比重选）主要用于水稻种子的精选。选种液有盐水、硫酸铵溶液（每100千克清水加20～25千克食盐或硫酸铵）、泥水（每100千克清水加30～40千克细黄泥，搅成泥浆）。将种子倒入并搅动，捞去漂浮在水面的秕粒和草籽，即可选出下沉的饱满谷粒。

浸种：用清水浸泡种子，是播种前加快种子吸收水分的一种方法，可促进种子发芽，增强种子的新陈代谢和酶的活性。常用于水稻。时间依温度高低而异，

一般2～4天，以种子吸足水分为适度。用于棉花的温汤浸种，一般在55～60℃的温度浸泡半小时左右，捞出晾干后再拌草木灰，不仅提高发芽率，还可杀灭棉籽内外的病菌和害虫，效果良好。小麦、玉米等旱作物缺苗补播时，也都进行浸种，以缩短出苗日数。

用杀菌剂、杀虫剂、激素浸种或拌种，可防治某些由种子带菌的病害、地下害虫和调节作物生长。如用种子重量0.2～0.4%的25%粉锈宁可湿性粉剂拌种，可有效地防治玉米、高粱丝黑穗病。用25%多菌灵可湿性粉剂按种子用量0.3%的药剂拌种，对小麦腥黑穗病和散黑穗病都有效。用40%克瘟散乳油500倍液浸种24小时，或2 000倍液浸种2天可防治稻瘟病。50%辛硫磷乳油1千克加水50千克，拌玉米、高粱、谷子等种子500～800千克，对蛴螬、蝼蛄、金针虫都有效。用3%呋喃丹颗粒剂1千克，拌干棉籽4千克，可防治棉蚜，并兼治地下害虫。用1%矮壮素浸玉米种子，有促根壮株作用，还可抑制丝黑穗病的发生。

春化处理对冬性、半(弱)冬性及春性小麦品种，播前进行种子低温处理，使其在春播或非适期播种条件下，可以正常形成结实器官的技术措施。

（戴俊英）

种子法 (seed law)　国家为了加强**农作物良种繁育**、推广、**种子加工**、经营管理、流通交换等工作，维护种子选育者、生产者、经营者和使用者的正当权益，保证种子事业和农业生产正常发展而制订的法规。

国际上农业发达国家都十分重视种子立法工作，把品种管理、种子推广、繁殖、检验、检疫、收购、销售等方面的规章制度用法律条文形式明确规定，严格执行。例如法国早在1932年就制定了种子法，以后又制定品种登记条例和种子生产、检验和鉴定技术条例。美国于1939年制定了“联邦种子法”，严禁国外危险病虫随种子传入，并制订了少量引进种子隔离检疫的规定。并于1970年通过了“植物品种保护法”，“种子检验规程”，“种子鉴证规程”等。日本于1952年颁布“主要农作物种子法”，规定凡从事主要农作物种子生产经营者，必须遵照法定手续向都道、府、县提出申请，接受田间审查。并将试验生产补助经费列入国家预算范围内以鼓励和扶持种子生产经营。其它许多国家亦均有自己的种子法。中国虽未正式颁布种子法，但国家曾发布一系列政策性文件指导种子事业的进行。如1958年提出的“四自一辅”种子工作方针；1962年发布的《加强种子工作的决定》；1972年和1978年批转农林部的《关于加强种子工作的报告》；1979年的《关于加快农业发展若干问题的决定》；1982年和1983年的《进出口动植物检疫条例》和《植物检疫条例》；1982年农牧渔业部发布的《全国农作物品种审定条例》和国家标准局1983年、1984年发布的《国家标准农作物检验规程》和《国家标准种子分级》等。

种子法的主要作用在于维护种子工作体系各个方面的正当权益，促进农业生产发展。所牵涉的方面包括：①确定农作物种子包括的范围；②明确品种资源的收集、整理、保存、鉴定、研究、利用之间的关系，以及进出口种质资源的管理权限；③明确品种选育者与种子生产者的分工及职责范围，品种审定、推广的程序，规定未经审定的品种，不得经营推广；④强调有计划地进行种子生产，保证种子质量；⑤确定种子经营的部门和范围，规定由国家统一办理种子进出口贸易业务；⑥制定和执行种子检验和检疫的有关条例和规程，保证种子质量，防止危险性病、虫、杂草从国外及外地传入；⑦规定救灾备荒种子分品种分级贮备制度等。种子法一经制订必须严格遵守。对违反种子法的行为应依法严肃处理，包括责令赔偿损失。

（伍先知）

种子干燥 (seed drying)　种子收获后、贮藏前，降低其含水量以保证种子在贮藏期间，其品质不变的技术措施。种子含水量的高低对种子寿命、品质及安全贮藏有重大影响。因此，种子干燥是生产优质种子及贮存粮食必不可少的条件。

种子含水量受作物种类、空气温度和相对湿度、贮藏条件以及通气状况等因素的影响。干燥过程包括种子表面水分蒸发和内部水分向外扩散两方面。空气中水蒸气压力小，种子中水蒸气压力大，这样形成的压力差就是种子干燥的动力。当种子表面受热，水分蒸发时，就与内部形成湿度梯度(湿度差异)和温度梯度(温度差异)。这两种梯度方向一致时，便加速种子干燥。若加热温度过高，湿度和温度梯度增大，种子内部水分向外扩散的速度低于表面水分蒸发速度，就会使种子出现裂纹和破裂，破裂的程度与梯度大小成正比。

谷物等种子干燥，通常以焦斑粒、爆腰率、发芽率为指标。干燥方法有自然干燥与人工干燥两种。

自然干燥简便易行，经济安全。日晒干燥法是在晒场上将种子铺成薄层，在日光下直接摊晒，随时翻动，促其快干。在寒冷干燥的条件下，可用摊晾通风干燥法，利用冷冻及干燥的空气使种子自然风干。此法常受气候条件的限制和影响。

人工干燥法有对流式、辐射式、传导式、高频电式及干燥剂干燥等。其中以对流式为主。

对流式是用加热或不加热的空气做干燥介质。流动的热空气将热量传至种子表面，再至种子深处，由气流带走种子蒸发的水气。若种子在干燥室内流速快受热时间短，进口的热空气温度可高些；流速慢、受热时间长者，进口的热空气温度可低些。通过不同烘

干机结构的出口温度可进行控制。水稻、小麦、玉米等淀粉种子，传湿性强，可采用较高温度进行干燥。如滚筒式烘干机烘粳稻，出口空气温度可调到48～55℃，糯稻为40～50℃；流化槽式烘干机烘粳稻，出口空气温度可调到60～65℃。如果是刚收获的高水分种子，则干燥宜缓，或先低温后高温，采用多次降水方法，逐步烘干。花生、大豆、蚕豆等蛋白质种子，传湿力弱，宜低温缓慢干燥。如烘干花生，热空气温度可控制在35～38℃，最低的热空气流速，每立方米花生每分钟10立方米，花生仁含水量降到8～10%即停止干燥。油菜、棉花等油质种子，水分容易散发，可以高温干燥。如籽棉脱绒后经水选的饱满种子，出口温度可控制在50℃，在烘箱内3～5分钟，种子含水量即下降到12%以下。油菜籽种皮松、易破裂，高温容易丧失油分。

辐射式是利用太阳光和紫外线照射，远红外线也开始使用。但以日光照射最普遍。此法的干燥速度和种子数量与空气温度、相对湿度、风速大小、种子形态结构、铺垫材料等有关。要摊薄、勤翻、晒匀、晒透，尤其是炎热季节，要避免水泥场、柏油场、砖场灼伤种胚。

传导式又称接触式，此法最古老，如火炕烤谷。缺点是温度难控制，种子受热不匀。高频电式是用高频电流处理种子，再用人工通风等辅助方法排除水气。干燥剂法是将种子与干燥剂按一定比例封入密封容器内，利用干燥剂吸收种子水分的一种方法。

在贮藏期间，为了不使种子发霉变质，种子含水量不能超过安全含水量。如小麦入仓时的含水量不能超过12.5%；大豆为11.5～12.5%；花生为8～9%。另外，保持种子的适宜含水量也有利于贮存期间减少有用物质的损失。（黄智玉　贺仲铭）

种子公司 (seed company)　从事农作物种子繁殖、加工和销售的综合性企业，有的还进行品种选育工作。

国外种子公司的出现始于19世纪后半叶。如联邦德国的克莱因万茨雷本种子公司和瑞典的魏布尔种子公司，至今已有百年以上历史。但多数种子公司是从20世纪30年代开始建立的。特别是二次世界大战以后，随着玉米、高粱等作物杂交种的推广普及，以及农业现代化和种子加工机械取得很大进展，从而促进了种子公司的大发展，各种类型的种子公司相继出现，经营种子成为一种新兴的企业。例如美国拥有1 000多家种子公司，其中先锋公司成立于1929年，最初专门从事国内玉米种子生产、销售，后来逐渐发展成为现代化的大型跨国种子公司。法国丽玛种子公司始建于1942年，1965年成立玉米育种站，1971年建立专营玉米杂交种的现代化种子化加工厂，现已发展成为一家世界著名的种子公司。

各国的种子公司，一般可分为私营和国营两类。美、法、联邦德国、瑞士等国家的种子公司大都为私人企业，也有农民联合组成的集体企业；而罗马尼亚、朝鲜、墨西哥、印度等国的种子公司多为国营的。按经营范围可划分为专业种子公司、多种产品联营公司、地区种子公司和跨国公司等。按作物划分，则有专营谷物、玉米、棉花、油菜、甜菜以及蔬菜、花卉、果品、牧草等的种子公司。

中国在1958年曾建立过一些种子经营单位（公司），主要是经营种子购销业务。其后一度撤销，1978年建立了全国性的中国种子公司，其后省、地、县种子公司亦相应成立。中国种子公司的主要任务是根据国家有关种子工作的方针政策，协助种子管理部门组织新品种的审定、繁殖和推广，建立种子生产基地，经营销售粮、棉、油、麻、菜、绿肥等作物的新品种、原种和杂交种，办理种子进出口业务，组织种子专业机械设备的引进、鉴定、试验推广和管理，收贮救灾备荒作物种子等。随着政治体制和经济体制改革，根据政企分开的精神，种子公司主要承担种子生产、加工、销售业务，成为经营种子业务的经济实体。

（伍先知）

种子加工 (seed processing)　应用手工作业或机械处理种子，使其达到国家规定标准的过程，包括烘干、清选、分级、拌药、包装等工序。手工操作主要沿用过筛、扬簸、风车选种、自然曝晒等工序。费工费时，且由于依赖天气，难以保证种子质量。常因阴雨造成种子霉变。使用机械加工清选种子可以提高种子质量，便于机械播种，有利于提高产量。据测定，经机械加工后的稻麦种子，千粒重可增加1～3克，发芽率一般提高5%以上，净度提高5～10%，基本清除了破碎粒、秕粒、病虫粒和杂草种子。因此，种子加工机械化是实现种子标准化的重要保证。

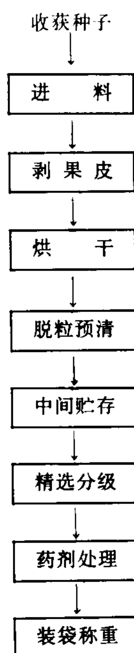


图1　玉米种子加工流程

种子机械加工在国外开始较早，20世纪50年代以来发展很快。中国50年代从苏联引进少量设备在国营机耕农场中使用。70年代从民主德国和瑞士引进复式和重力种子精选机，并开始仿制生产。1978年以后先后从美国、奥地利、瑞士、丹麦、日本等国引进现代化种子机械加工成套设备，在北京、吉林等地试用。1982年中国种子公司等单位，开始研制生产适合中国需要的小型种子机械加工设备，在江苏、安徽、河南等11个省、市试用。1986年又在福建、新疆等14个省

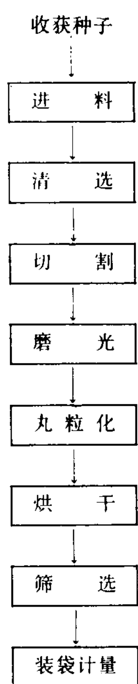


图 2 甜菜种子加工流程

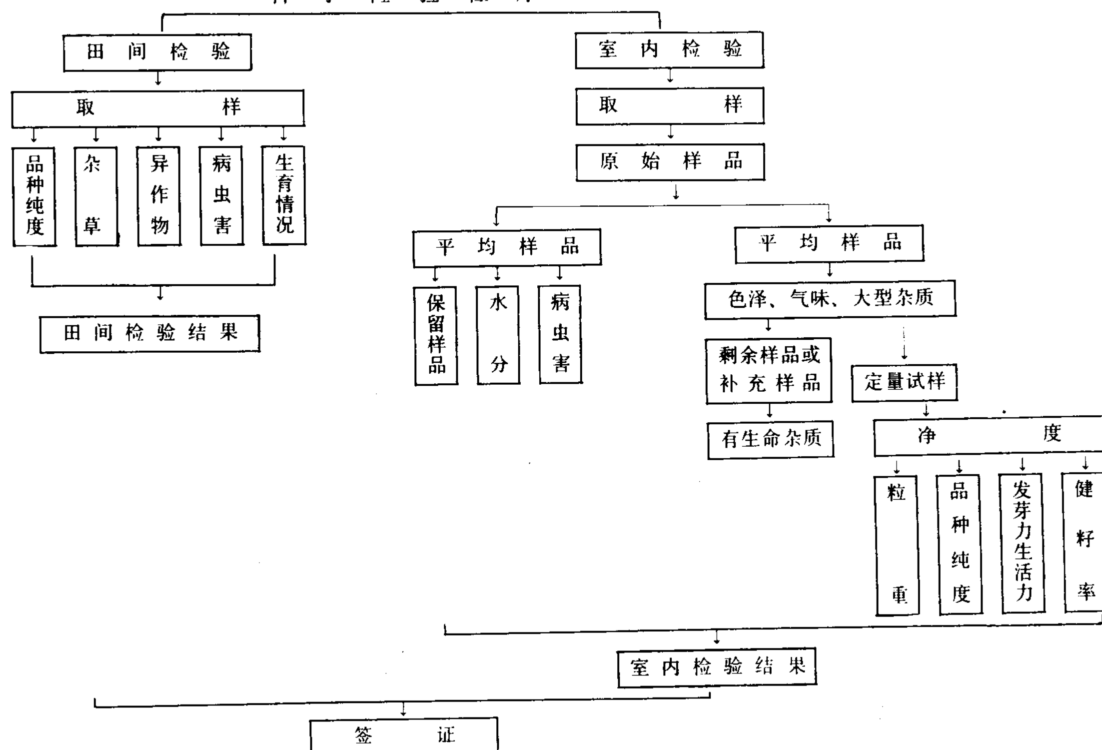
(自治区)建立了18个种子生产中心，配备引进的成套种子机械加工设备和厂房，并增添了棉花、甜菜、蔬菜、马铃薯等种子加工设备。为种子加工机械化打下了基础。

种子机械加工是以流水作业的程序进行的。包括初选、脱芒、去石、烘干、精选、分级、药剂处理、丸衣、包装、计量等工序。①初选。对种子进行初步清选，除去大杂质和灰尘。②脱芒。脱去种子外壳上的芒或毛刺，使种子表面光滑，便于进行清选、加工。③去石。除去混入种子中的石砾。④烘干。进行加热干燥处理，使种子含水量降低到符合袋装或罐装贮存的要求。烘干设备因作物和地区而异，可采用烘干箱、烘干仓或烘干室。烘干时，要控制烘干温度，以保证种子发芽力不受影响。⑤精选。除去种子中的小杂质、破碎粒等。⑥分级。一般按种子大小进行分级，使各级种子大小整齐一致。⑦药剂处理。用粉剂和液剂拌种，使种子表面附着一层杀虫、杀菌农药，以防治病虫害。⑧丸衣化。用各种杀菌剂、杀虫剂、除草剂、种肥、生长剂或其他药剂与粘着剂、干燥剂配成的丸衣剂给种子包衣，使之形成外表光滑的丸粒，便于机械播种。播种后药肥缓慢释放，可防治病虫，并促进生长。⑨切割和磨光。甜菜种是多胚的，外形不规则，需用切割机分割成人工单胚种子，再用磨光机磨去部分外壳，然后进行丸衣化工序。⑩包装计量。装袋、称重、贴标签，便于入库、运输和销售。

以上工序因作物种类和具体要求不同可以省去其中一项或数项(见图1和图2)。 (伍先知)

种子检验 (seed testing) 应用专门仪器按照规定的测试程序和方法鉴定农作物种子的类型和种用质量，并按规定标准进行分级的工作。这是提高农作物种子品质，实现种子品质标准化最终的技术环节。这里的种子是广义的，包括种子、果实、块茎、鳞茎、地上茎、块根等繁殖体。种子检验的任务是评定农作物种子的质量。经检验合格由检验单位发给证书后，方可发放、销售。

世界种子检验发端最早的要推欧洲。1869年德国学者F．诺倍(Nobbe)首先在塔兰特(Thrandt)创办第一个种子检验站，随后其它国家也相继成立类似机构。从此种子检验制度就由欧洲传播到世界各国。1924年在英国剑桥成立了国际种子检验协会(ISTA)。1931年首次颁布了《国际种子检验规程》，以后每隔若干年



修订一次，现已成为国际种子检验共同遵守的规范，对促进检验技术的交流和发展起了良好作用。

中国的种子检验工作始于50年代初期。当时为了推广质量合格的种子，农业部门曾多次举办种子检验培训班，开展种子检验工作。1982～1983年间先后颁布了《农作物种子检验规程》、《牧草种子检验规程》和《林木种子检验规程》作为国家标准。

种子检验的基本内容：①种子真实性：即送检种子所属的类型和品种是否与所附证件（如标签、送验单等）中所填报的完全相符。②品种纯度：指某个品种的种子或其植株所表现的遗传特性的一致程度。用具有该品种典型性的种子或植株数在整个样品中所占百分率表示。③净度：指种子的洁净程度。从种子样品中除去杂质和废种子，用剩下的本作物好种子在原样品中所占重量百分率表示。④发芽力：指种子在适宜条件下，一定时间内能正常发芽长成幼苗的能力，通常用发芽率和发芽势表示。⑤生活力：指种子发芽的潜在能力或种胚具有的生命力。休眠种子，在一般条件下不能正常发芽，但具有发芽的潜力，须采用特定方法测定其生活力。⑥水分：即种子的含水量。用种子样品中所含水分占总重量的百分率表示。⑦千（百）粒重：将风干种子称重。一般以克表示。⑧种子健康状况：种子样品中受病原菌感染和害虫侵蚀的籽粒占总数的百分率。

此外，还可根据需要增加其他项目，如破碎率、容重、活力等。所谓活力是指种子在田间条件下能正常萌发并长成壮苗的内在潜力。

种子检验必须田间与室内结合进行，严格要求按照规定程序和方法，使用审查合格的统一仪器和设备。第一步是取样（田间）、扦样（室内），目的是从大量植株或种子群体中按随机原理抽出小部分个体作为代表进行考查和测试。取样要求有代表性、可比性。在检验过程中，应将感官与仪器测定相结合，力求得出正确可靠的评价。

随着科学技术的迅速发展，种子检验的手段也在不断更新。如用软X射线、电泳仪、电导仪及电子显微镜等以测定种子的生活力、品种纯度和健康程度等，并利用计算机进行自动化调控和运算，以便在很短时间内得出更为精确的数据，从而使种子检验技术提高到一个新的水平。

种子检验程序如上页图解所示。

（叶常丰）

种子检疫（seed quarantine）　一个国家或地区设置专门机构，制定专门法规，对进出本国或本地区的**农作物**种子（包含苗木、块根、块茎等）进行检疫，以防止危险性病原菌、害虫、线虫、杂草种子等随种子传入或输出的措施。是植物检疫的重要组成部分。

世界许多国家对**种子**检疫均很重视，根据各国情况制定出各自的检疫法规和检疫对象名单。一般而论，凡能随种子苗木远距离运输传播并在国内（或地区内）尚未发现或分布不广的，或对农作物危害很大而不易防治或消灭的有害生物均应属检疫对象。

中国于1957年10月颁布了“国内植物检疫对象名单”，其中大田作物病害有：**水稻**白叶枯病、水稻干尖线虫病、水稻恶苗病、**小麦**线虫病、小麦腥黑穗病、**甘薯**黑斑病、**马铃薯**粉痂病、马铃薯黑胫病、**棉花**枯萎病、棉花黄萎病、**红麻**炭疽病、**亚麻**斑点病及花生线虫病等13种。1966年9月又颁布了“进口植物检疫对象名单”，其中大田作物病害有：水稻茎线虫病、小麦矮腥黑穗病、棉花枯萎病、棉花根腐病、黄麻茎腐病、红麻炭疽病、马铃薯癌肿病、马铃薯金线虫、马铃薯黄化矮缩毒病、甜菜锈病和烟草霜霉病等11种。1982年6月颁布了《中华人民共和国进出口动植物检疫条例》，是现行种子检疫的法律依据。

种子检疫分为口岸检疫和国内检疫两部分。

口岸检疫　在国际交通要道的港口、机场、车站等设立检疫机构进行口岸检疫。从国外引入种子、苗木的单位和个人，事先须取得主管单位的同意，并在当地植物检疫部门填写《进口种子、苗木检疫申请单》，经检疫部门审批后，才可办理进口手续。种子、苗木到达口岸时，需出示输出国授权检疫机构对规定的检疫对象和其它危险性病、虫、杂草检疫结果的证明书。然后由国内负责国外检疫机关进行检疫，对未发现检疫对象的种子、苗木允许输入；如发现有检疫对象，须进行切实有效的药剂消毒处理，无法消毒处理者应退回或销毁。为防止已经允许输入的种子、苗木可能携带有潜伏的危险性病、虫、杂草的传播，须按检疫机构的规定，在指定地点集中隔离试种。一年生作物试种期不得少于一个生长周期，多年生作物不得少于两年。隔离试种期间，经检疫机构定期检查，证明确实不带检疫对象方允许分散种植。如发现有病，应立即销毁。输出或寄往国外的种子亦应送往检疫机关，按接受国检疫对象名单进行检疫，经检疫未发现检疫对象时才能出具检疫证书，允许输出或邮寄。

国内检疫　由检疫机构根据国家颁布的国内检疫对象，把国内已发生危险性有害生物的局部地区划为疫区，严格禁止从疫区调出或寄出携带有害生物的种子，并采取积极措施进行防治。地区之间调运种子，调入单位须事先征得本地检疫机构的同意，提出检疫要求，由调出单位所属地区的检疫机构检疫合格后发给检疫证书，准予调运或邮寄。不合格的不准调运。交通运输和邮政部门凭检疫证书调运和邮寄。种子繁育单位应在无检疫对象地区建种子繁育基地。选址前应征得当地机构的同意。在作物生长期间由检疫机关进行产地检疫。已发现检疫对象的繁种单位须采取有效

措施消灭有害生物。经检疫合格后方可调运种子。

参考书目

浙江农业大学汇编:《植物检疫》,上海科学技术出版社,1978。

（刘松林）

种子贮藏 (seed storage)　在一定条件下存放用于再生产的**农作物**种子,保持其生活力和纯度,并能防止虫、霉、鼠、雀危害的工作。

为了安全贮藏,**种子**在**收获**脱粒后需先充分干燥,再经清选、检验、分级等程序,方可放入专用仓库内贮藏。在仓贮期间,种子的生命活动并未停止,而是非常缓慢地进行,需借助仪器才能测出。

种子在仓贮期间寿命的长短受内外因素的制约。内在因素包括作物种类、**品种**、种子的形态、构造、化学成分、硬实率、含水量、生理**休眠**状况和生活力等。外在因素包括仓库构造、严密程度、隔热程度和仓内的湿度、温度。其中以种子含水量和仓内温、湿度对种子仓贮寿命影响最大。仓贮期间种子含水量的多寡又与入库前种子含水量和仓内湿度有关。仓库湿度低,种子水分向外发散,含水量会有所降低;仓库湿度高,种子从空气中吸附水分,含水量提高。种子在一定温度和湿度条件下仓贮一定时间后,散发出的水分和吸附的水分趋于平衡,这时种子含水量可保持相对稳定,所含水分叫做平衡水分。

种子在高温高湿条件下,生命活动旺盛,寿命变短。严重时,由于呼吸作用增强,释放出热能和水分,能引起霉变和虫害,使种子完全丧失生活力。在低温低湿条件下,种子生命活动极微弱,寿命可大为延长,能比在一般条件下延长数倍至数十倍。一般种子含水量高于14%,能使种子寿命缩短,甚至发生霉变等意外事故。低于13%则比较安全。含水量如能稳定在6～8%之间,则各种不利因素的影响几乎均可排除,最为安全。但含水量也不易过低。低于4～5%时对种子造成损害。

由于一般大田用种仓库没有调温设备。虽然能从仓库的构造上相对减少库内温度变化的幅度,但库内温度不可避免地会受到季节和库外大气温度变化的影响。因此种子安全贮藏主要应着眼于控制种子水分和仓库湿度。在入库前必须进行含水量检验,在含水量达到安全标准以下时,方能入库。在贮藏期间要定期定点检查库内温湿度和种子含水量。如果发现不正常情况,应立即采取措施,如通风、降温、散湿、熏蒸等。此外,也应注意防止品种混杂和虫、霉、鼠、雀等危害。

（叶常丰）

种子贮藏生理 (physiology of seed in storage)　**种子**在贮藏期间生命活动变化的规律。认识种子生命活动同贮藏环境条件的关系,以寻求最好的贮藏方法,最大限度地延长种子寿命,保持种子的遗传特性和活力。

贮藏的种子由于代谢活动微弱,故能维持一定的贮藏期限。随着贮藏时间的增加,种子逐渐衰老劣变。在衰老过程中,种子内部经受一系列的物理、化学和生理、生化过程的破坏,导致细胞结构和功能的失调与紊乱。在衰老的种子中发现蛋白质降解为多肽或氨基酸,RNA含量下降,被分解为小分子碎片或核苷酸,DNA合成迟缓,脂类物质氧化产生自由基,膜结构和功能受损。同时种子在衰老过程中自身代谢产生有毒物质,阻碍种子正常的生理生化功能,引起染色体畸变,产生染色体断片、联桥等。由于代谢功能的失调和不可再修复,种子活力下降直至死亡。种子衰老劣变将引起种子变色,发芽率、发芽势下降,幼苗生长缓慢,弱苗、畸形苗增加,抗逆能力下降。

种子从生理成熟到生命力丧失的生活期限称为种子寿命。种子寿命既受种子本身的遗传基因控制,又与种子的成熟度、饱满度、机械损伤程度有关。温度和湿度则是影响贮藏寿命的重要外界因素。控制贮藏温度和湿度可以人为地延长和缩短种子寿命。贮藏环境的湿度影响种子含水量,含水量增加使种子内部处于束缚状态的酶类被激活,使代谢活动增强。贮藏温度升高,种子呼吸作用加强,释放二氧化碳和水;水分增加又促进种子本身及微生物的呼吸代谢活动,造成恶性循环,加速种子衰老和死亡。不同作物种子贮藏期间要求的适当温度和湿度不同。一般正常型农作物种子,降低贮藏温度和湿度能延长种子的寿命。在常温下禾谷类作物种子只能保存几年,在低温干燥种质库(温度－10～－18℃、相对湿度35～40%)可以保存50年以上。利用液态氮(－196℃)超低温保存,使种子的代谢活动极微弱,即称生机停顿状态,可大幅度延长种子寿命。

检测种子生命活动变化的指标,一般采用发芽率和发芽势。但在发芽率下降之前,种子内部已经发生不同程度的衰变,播种后不一定能够出苗或长成健壮的植株。另一指标是种子活力,它包含种子在田间的萌发能力和速度、幼苗生长状况、抗逆能力、产量等全部潜在能力。评价活力大小的方法是在测定种子发芽率和发芽势的基础上,进行呼吸强度、酶活性、膜功能、生物合成能力等的分析。　（石思信）

周拾禄 (1897～1979)　字再中,浙江省义乌县人,**水稻**育种栽培学家。1921年毕业于东南大学农科。1931～1933年到日本东京帝国大学做研究工作和进修。回国后任中央大学农学院教授。1936年任全国稻麦改进所技正,1937年任全国稻米试验监理处处长。1941～1947年任江西中正大学农学院院长,后期兼任教务长。1948年调南京任**中央农业实验所**稻作系技正。

1949年任华东农业科学研究所所长，1954～1957年并兼任江苏省农林厅厅长，江苏省农业科学院研究员。



周拾禄从事稻作研究58年，主要研究稻米检验、分级、细胞遗传以及籼稻起源等。曾对40～50年代在江苏云台山麓发现的穞稻和在安徽巢湖流域发现的浮稻进行研究。发现这些粳稻具有明显的野生特点，如具有褐色长芒、壳色黑褐、极易落粒，长年自生自灭成为农田杂草。他根据这一事实推论，提出稻的起源应是长江中下游的论点。他还对我国稻作科研机构的建立、人才的培养、资料的整编等做了大量工作。主要著作有《稻作研究》、《稻作集论》、《稻作科学技术》等。 （苏 科）

株型 (plant type) 作物在田间群体条件下，植株器官着生状态的表型结构。它是由器官的数量比例、排列位置、着生角度、空间方位、延伸状态等所决定。在育种栽培上人们通过对作物**生长发育**过程的控制，把决定产量的最优性状组合集中，形成最佳光合效率的株型，以夺取高产，这种株型称为理想株型。构成理想株型的具体指标，一般包括叶型、茎型、穗型、根型等。其中叶型和茎型是影响田间群体结构与小气候的主要因素。

冠层结构　群体生长条件下补偿点以上的光合层（主要指叶片分布、生长特性的综合表现），是决定光合效率的首要因素，也是控制株型结构的主要指标。稻、麦的研究表明，直立叶型的群体，冠层消光系数K值低，透光性好，群体内有效散射光多，补偿点低，光合效率高。符合理想株型的冠层结构。许多学者研究指出，在瘠薄栽培条件下，要求叶片繁茂性好，叶薄而大，叶肋柔软，着生角度大，叶片排列稀疏，茎的分蘖开度大，自基向外展开，呈"疏散型排列"的结构，这种长势在少肥条件下，也能扩大受光面积，提高同化能力。而适合高肥的品种，叶片厚、短、直立，叶片之间排列紧凑，呈"密集型排列"的结构，茎充实，分蘖开度小。

茎秆结构　包括茎秆的高度、粗度、强度及韧性。从材料力学看，一根空心的细秆所承受的压力与其长度的平方成反比，因而秆高70厘米的稻麦茎秆抗倒能力，几乎为秆高100厘米的2倍。下粗上细，节间下短上长的塔形结构，更有利于植物的抗倒性。底节粗而短，穗节长而细，富于弹性，是理想株型的茎秆结构。通常在瘠薄条件下，要求茎秆对水肥有较强的敏感性，并具有一定的生长优势和高度。在一定产量范围内。秆高与穗重有明显的正相关。在高水肥条件下，矮秆、粗茎，水肥反应迟钝，耐肥抗倒的株型结构产量较高。棉花、大豆一类作物，选择节间短、结荚集中或果枝短株型紧凑，是有利于合理密植和提早成熟的茎秆结构。

分蘖特性　**水稻**、**小麦**、**大麦**、**燕麦**等**分蘖**性作物，其分蘖强度、分蘖动态直接影响茎叶穗的生长及冠层结构。不少学者把穗重与穗数（分蘖数）的相对关系作为确定株型的指标，并用株型率（株型系数）表示：株型率＝（穗粒重/单株穗数）×100%。并据此把稻、麦的品种分为"多穗型"与"大穗型"两类。水稻方面，日本许多学者认为多穗型（即株型率较低）品种是高肥高产类型，而大穗型（即株型率高）品种是低肥丰产类型。但在小麦方面，多穗、大穗特性常与生态类型有密切关系，大穗型品种多为半冬偏春性类型，分蘖力弱，抗寒性差，成穗少而穗重高。多穗型品种多为冬性较强、分蘖力强，抗寒性强，成穗多的栽培类型。但穗子大小和成穗多少，也和产区的气候条件和生产条件有密切的关系。从稻、麦产量提高的进程看。有由高秆多蘖型向半短秆中间型发展的趋势。

生物产量及经济系数　生物产量乘以经济系数就是经济产量。常是高光合效率的重要标志。在较高生物产量基础上，提高经济系数，即可获得高产。因此经济系数是株型结构的最终表现。为协调生物产量和经济产量的关系，在株型结构的设计上，要求在提高生物产量基础上，协调营养生长与生殖生长的比例，并以大穗、半矮秆为选择目标。

株型的控制　是作物遗传特性、栽培技术和环境条件共同作用的结果，对株型的控制手段大致有以下几种：

遗传控制　是一种个体生长发育的基因控制，主要通过育种手段，设计和培育高产的理想株型，早在20世纪40年代，稻、麦已开始了矮化育种研究，目的是通过育种求得高产株型的结构与功能的统一，在矮化育种思想的指导下，1960年美国培育成功半矮秆高产小麦品种格恩斯 (Gaines)。随后**墨西哥国际玉米小麦改良中心**（CIMMYT）在**N. E. 勃劳格**博士主持下培育出一大批墨西哥矮秆、半矮秆小麦品种，在世界各地推广。1968年以后，**国际水稻研究所**（IRRI）又相继培育出一批"IR系统"的半矮秆水稻品种

栽培控制　运用栽培技术，通过对群体发育的整体控制，达到对个体株型的控制。中国50年代在水稻栽培管理上的"三黄三黑"是以叶色为指标的株型控制；小麦上的"叶形"栽培管理控制；近年来在各种作物上，通过调整种植密度控制株型的各种栽培设计，如特早熟棉区的棉花高密度、早打顶的栽培技术，小麦精量播种，依靠分蘖成穗的高产技术体系，都是从调节群体出发，达到对株型的控制。此外，小麦拔节前的碾压，多种作物的深中耕、棉花的整枝技术，都是直接通过控制个体器官达到控制株型的目的。随着科学的

发展，作物株型的化学控制技术日益发展，如矮壮素的应用，实现了人工栽培矮化防倒的株型控制，并改变了经济系数。通过多种化学药剂的种子处理，还可改变苗期的株型结构。 （苗果园　李焕章）

株型育种 (breeding for ideal type)　又称理想株型育种，是侧重改进作物的形态结构和机能，提高光合生产率，从而充分利用本地区的自然条件和栽培条件，提高单位面积产量的育种方法。

二次世界大战之后，化肥用量大幅度增长，因植株过高所引起的倒伏成为作物产量进一步提高的限制因素，各国先后开展了作物的矮化育种，降低了株高，增加了抗倒能力，使产量明显提高（见**矮化育种**）。其后，随着对植株矮化后因株型结构不合理所引起的一系列的问题加深认识，逐渐形成理想株型的概念，育种实践也从单纯强调矮秆，逐渐发展为更全面的株型育种。

20世纪50年代日本角田重三郎根据对**水稻**、**大豆**、**甘薯**研究的结果，阐述了株型与耐肥性之间的关系。美国为了减少大豆机械收割的损失，选育半矮秆和亚有限结荚习性的抗倒伏大豆品种，以利高肥窄行密植。1956年中国广东从水稻推广品种南特种，发现并选育出矮秆类型的矮脚南特品种并用它育成了珍珠矮等系列新品种。1966年**国际水稻研究所**育成了叶片直立、茎秆坚硬、分蘖力强的矮秆高产水稻品种IR8。1965年美国华盛顿州育成每公顷产量超过13.5吨左右的半矮秆小麦品种格恩斯(Gaines)。其后**国际玉米小麦改良中心**育成了一批半矮秆**小麦**品种在墨西哥、印度、巴基斯坦、土耳其等地推广，大大提高了小麦单产水平。1968年澳大利亚的C．M．唐纳德(Donald)认为应通过育种寻求个体间竞争强度最小的农作物株型，即理想株型(idestype)。并提出小麦的理想株型应具有单茎无分蘖，秆矮坚韧抗倒，叶片数少而挺举，大穗直立和有芒等特点。其后，各国的育种家们也先后形成了各种作物理想株型的设想。

不同作物，不同生育和栽培条件的理想株型模式不同。但其间也存在着一些共同之处。高产**玉米品种**要求植株中等偏矮，但不能选用具有短节间基因brachyticz的材料，因为超矮秆玉米的生物学产量低，总物质基础不够，不能获得高产。一般认为玉米的理想株型，要求苗期叶片增长快，成株下部叶片平展，上部叶片短厚挺举，后期叶片衰老缓慢，雄穗主轴粗而分枝少，有一定的双穗率。水稻株型育种目标，首先是降低植株高度，其后是从茎叶形态、叶片和叶层配置等方面着手改进。70年代后，中国水稻育种家**黄耀祥**提出选育丛生快长类型品种的设想。要求生长前期分蘖旺盛、丛生、矮生，苗高约为现有矮秆品种的2/3，长相玲珑紧凑，为发展成为穗数多而匀称、整齐株型打好基础；拔节至抽穗期间长粗长高较快，为形成穗多穗大的矮秆类型创造条件；抽穗至成熟保持旺盛的光合势，叶片转色好，营养物质转运顺调，经济系数高。总之具有从苗期开始的整个生育期间，形成从丛生到快长的动态结构。

综合各类作物理想株型的模式特点，可以得出共同要求是在植株矮化的基础上，从器官建成、叶层配置、源库协调、物质基础、群体动态等方面着眼，求得最大限度的协调，以便充分利用光能，获得更高产量。叶片挺举短厚，各部叶片受光均匀；叶色深绿的植株，通过反射损失的光能少，且叶绿素含量高，光合效能强。因此，理想株型可合理配置叶面积指数，延长叶片功能期，从而可以提高叶面积的净光合率，达到增穗、增重，提高单位面积产量的目的。

现阶段大多数地区农作物的光能利用率均在1％以下，在农作物单产水平较高地区光能利用率2％左右。今后随着各地理想株型育种的进一步发展和具体化，必然能使作物产量更加提高。 （杨守仁）

逐步回归方法 (stepwise regression method)　建立最优多元回归方程的一种统计方法。在一个多变数系统中，往往含有对依变数y有显著效应的和没有显著效应的两种自变数。必须将没有显著效应的自变数一步一步地剔除干净，使所得**多元线性回归方程**简化而又能较准确地预测y的反应量。通常是从一元回归分析开始，每一步选入一个最显著的自变数，直至选入的自变数都显著，而未选入的自变数都不显著为止。这种统计选入方法叫做逐步回归方法。它是由若干步骤组成的，每一步骤包括四个计算程序：①算出各个尚未入选自变数的偏回归平方和$U_{p_i}^{(k)}$（k＝1，2，……，表示第k步回归）。②比较各$U_{p_i}^{(k)}$，找出最大的$U_{p_i}^{(k)}$记为$\max U_{p_i}^{(k)}$。③对$\max U_{p_i}^{(k)}$作偏回归的**F测验**，如果显著就将该自变数在第k步选入回归方程；如果不显著就表示已没有可入选的自变数逐步回归结束。④当$\max U_{p_i}^{(k)}$为显著而将自变数选入后，要对在第k步之前已入选的所有自变数再作一次偏回归显著性的F测验，若有变为不显著的，即予剔出。因此，逐步回归的每一步骤，都能保证只有显著的自变数才能进入回归方程。

逐步回归方法，对于多变数资料中众多自变数的选优有很好效果。所得的线性回归方程，将是包含自变数的个数最少而又具有较好的预测精度的最优方程。 （莫惠栋）

苎麻 (ramie)　荨麻科苎麻属的一个种，学名*Boehmeria nivea* (L.) Gaud，多年生宿根性草本植物，是重要的纺织纤维作物。也称白叶苎麻。其单纤维长、强度最大，吸湿和散湿快，热传导性能好，脱胶后洁

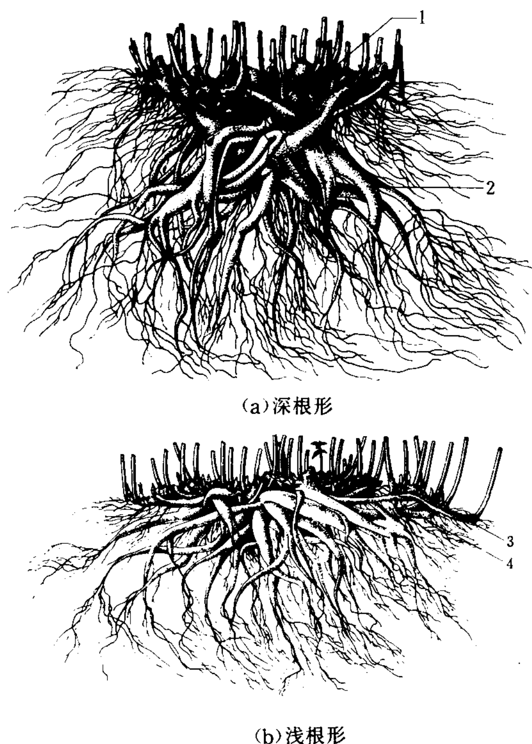
白有丝光，可以纯纺，也可和棉、丝、毛、化纤等混纺，织成各种高档布，特别适宜作夏季衣料。闻名于世的浏阳夏布就是苎麻纤维的手工制品。

起源和传播　原产中国。中国是苎麻品种变异类型和苎麻属野生种较多的国家。绿叶苎麻（*B. nivea* var. *tenacissima* (Gaud) Mig.），是苎麻的变种，起源于马来西亚一带。中国苎麻栽培历史最悠久，在中国浙江省吴兴钱山漾地方新石器时代遗址中发现有用苎麻纺织的平纹细布，距今已4 700年以上。江西贵溪县发现的春秋战国时代印花麻布，距今也有2 700余年，中国关于苎麻的文字记载最早见于公元前6世纪的《诗经·陈风》中有"东门之池，可以沤纻"。三国时代（公元3世纪）吴国人陆玑著《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》中解释说："纻亦麻也，科生数十茎，宿根在地中，至春自生，不岁种也。"邻近的日本、朝鲜、越南、马来西亚、印度尼西亚、泰国、印度等也有栽培。

苎麻较适应温带和亚热带气候，由中国向北传播到朝鲜、日本等国，以后逐渐传至热带各国。绿叶苎麻较适应热带气候，在东南亚各国栽培，中国南方各省也有分布。苎麻于1733年传到荷兰，种在植物园中。后来传到法国、德国、英国、美国、比利时。中国的原麻〔国际上称China grass（中国草）〕和纺织品于18世纪输入欧洲。到19世纪末，苎麻遍及世界50多个国家。20世纪30年代以后，巴西、菲律宾和美国的商品苎麻产区从日本引种了一些改良品种，增产显著。而这些良种的亲本，多数引于中国的台湾省。

形态特征　由地下茎和根系形成强大的根蔸。一般用营养体繁殖的苎麻没有主根，从地下茎上发生许多细根，其中一部分具有副形成层，膨大成萝卜状，表面光滑，它们的次生木质部薄壁细胞中含大量淀粉，有贮藏养分的功能，故称贮藏根。根群大部分分布在30～50厘米深的土层中，少数支根可入土深达1米以下。地下茎横向生长，大部分分布在地表下5～15厘米，有分枝，随年龄逐渐加粗。地下茎表面有节、鳞叶和腋芽，可作无性繁殖材料，俗称种根（见图1）。地下茎各分枝的顶芽生长，伸出地面，成为地上茎。地上茎丛生，直立，圆柱形，表面有毛，高1.5～2米左右，基部直径0.8～1.2厘米，一般不分枝，绿色或带红色，成熟时皮层木栓化，变褐色。苎麻茎的横切面，韧皮纤维层厚薄不匀、细胞的排列较松散。初生纤维在韧皮部中的外侧，经济价值较高，由初生分生组织产生分化而成；次生纤维由形成层分生，存在韧皮部中的内侧，经济价值较低。一般鲜茎出麻率为4～6%，鲜皮出麻率为10～15%，每茎各部位含纤维的重量由下向上逐渐降低，而单纤维的支数是逐渐提高的，茎的木质部疏松或空心，容易折断。

苎麻单纤维长度为60～250毫米，是麻类作物中最长的。直径17～64微米，横断面呈多角形、椭圆形。表面光滑，无捻曲，但有节和细纹痕，先端渐尖。



(a)深根形

(b)浅根形

图 1　苎麻的根蔸

1. 龙头根；2. 贮藏根；3. 跑马根；4. 扁担根

叶互生，叶片卵圆形、椭圆形或近圆形，边缘有锯齿，先端长尾状渐尖，基部截形或楔形，长7～17厘米，宽6～14厘米。叶片表面粗糙或有皱纹，绿色或黄绿色，背面有银白色毡毛，但绿叶种的叶背面只有稀疏的短伏毛，主脉3条，着生柔毛，叶柄长3～15厘米，托叶2片，狭而尖，叶柄、叶身或托叶的主脉绿色或黄绿色，有时带红、紫色。

雌雄同株异花。由团伞花序排列成的圆锥花序着生在叶腋间，每节两条。雄花花序在茎的中下部，雌花花序在上部，二者交界处往往同一花序上着生雌雄两种花。雄花花被4片，黄绿色，雄蕊4枚，子房退化，花药黄白色，肾形，2室（见图2）。花粉球形，大小8～15×7～10微米；雌花花被壶状，有密毛，先端2～4裂、蕾期呈红、黄或绿色，随品种而异。花柱一根，开花时伸出花被外，白色，先端的一边有多数乳头状突起，子房上位，一室，胚珠一个。瘦果很小，扁球形或卵球形，长1～1.3毫米，宽约1毫米，厚约0.8毫米，褐色，千粒重0.05～0.15克，含油量15～34%。

生物学特性　苎麻的宿根年限为10～30年，多至百年以上。一般每年收获3次，热带地区可收5～6次。从出苗到麻茎工艺成熟的时间，要50～90天，随气候条件不同而异。在长江流域，头麻3月上中旬出苗，4

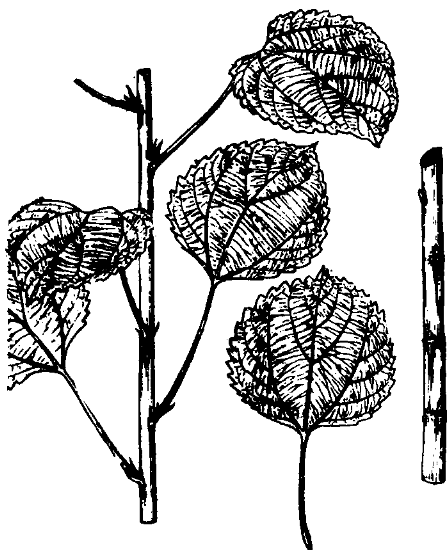


图 2 苎 麻

月中旬至5月中旬为生长盛期,5月下旬至6月上旬工艺成熟。收获后二麻随即出苗,由于正当黄梅季节,高温多雨,从6月中下旬至7月上中旬为生长盛期,日生长量有时可达4～5厘米。7月下旬至8月上旬工艺成熟。三麻从出苗到9月上旬为生长盛期,最大日生长量可达6厘米以上。以后气温逐渐降低,而且进入开花结实期,一般在10月中下旬收获。生育期头麻约80～90天,二麻50～60天,三麻70～80天,全年生育期230天左右。

苎麻早春萌发时,几片叶同时出土,以后每隔2～3天出叶一片,每片叶从出生到面积达最大限度约需1个月。在自然条件下,除最下部有几片叶早期脱落外,其余的叶从出生到脱落的寿命为35～50天左右。

苎麻地下茎和根系的生长很快,春季单本植的麻苗,一年以后根蔸的鲜重就可达到500克以上,两年后可达2 000克以上。根蔸愈发达,萌发的地上茎愈多愈壮。分蘖茎的出苗有迟有早,封行前达最高峰,封行后一部分受荫蔽而死亡,一部分生长迟缓而成为无效茎,长得快而健壮的成为有效茎。

苎麻为短日照植物。昼夜长短不仅影响苎麻开花的迟早,也影响雌雄花的比率。日长8～9小时能促进开花,但多生雌花;日长为14小时时则多生雄花。在中国长江流域,一般9月中下旬雄花开放,9月下旬到10月上旬雌花开放。每天雄花开花时间为上午6时到下午4时。同一茎上的雄花从始花到终花的时间20～30天。雄花开放时,花药随即开裂,散放花粉。雌花开花时柱头先端分泌粘液,伸出花被外面。授粉后约15天,子房发育成为瘦果,再经45～60天种子成熟。

苎麻的生长发育要求一定的环境条件,种子发芽的最适温度为25～30℃。地上茎生长的适温为15～32℃。每季麻从出苗到工艺成熟需10℃以上的活动积温为1 400～1 700℃。早春气温低于3℃则幼苗受寒害。冬季土温低于零下3～5℃的持续时间长,则地下茎受冻害,绝对最低气温在-17℃以下地区,一般不宜种植苎麻。

苎麻叶面积系数可达4～7。由于蒸腾量大,同时营养生长快,需要充足的水分。一般年雨量宜在800～1 000毫米以上,且分布合理。适宜的相对湿度为80%左右。土壤含水量为20～25%。生育期间遇旱,叶片易凋落,麻茎生长停滞,不仅产量低,而且纤维粗硬,品质下降。麻地切忌渍水,淹水2天,就会败蔸。

苎麻纤维的主要成分是纤维素,光照强度和每天日照时数对纤维产量有很大影响。日照不足,则光合作用减弱,茎秆软弱,麻皮薄,纤维细胞壁薄,工艺成熟延迟,产量降低。但阳光太强,高温干旱,也会使麻茎生长受到抑制,纤维细胞壁木质化,降低纤维品质和产量。苎麻快速生长期功能叶(顶梢下第5～8叶)的叶绿素含量约为1.5～3.5毫克/分米^2,快速生长期上午的净光合强度为9～21毫克CO_2/分米^2·小时。在高温、强光、干燥条件下,净光合强度的日变化呈双峰曲线,高峰出现在上午8～10时和下午2～4时,中午较低;在温光较弱的季节则为单峰曲线,上午和中午较高,而下午较低。苎麻叶暗呼吸强度的日变化呈单峰曲线,中午最高。光饱和点为45 000勒克斯左右,光补偿点为800～1 000勒克斯。

苎麻茎叶茂盛,根蔸发达,要求土层深厚、疏松、有机质含量高,保水、保肥、排水良好。土壤pH值以5.5～6.5为宜,低于4.5或高于7.6的,应加以改良。在中国,苎麻一般都种在山区平地、缓坡地、丘陵地或平原冲击土上。土质最好是砂壤到粘壤。但地下水位在1米以内或易淹水的土地不宜种植。

生产与分布 中国苎麻分布在19°N～35°N的地区,湖南、湖北、四川、安徽、江西、广西、浙江、贵州、河南、陕西、江苏、云南、福建、广东和台湾等省(自治区)均有种植。以湖南、湖北和四川省为最多。世界苎麻产区分布在9°S～38°N之间。1970年,世界苎麻产量,中国(包括台湾省)为29 454吨,巴西29 000吨,菲律宾3 940吨,南朝鲜1 134吨,泰国750吨。1985年世界三大苎麻主产国的产量为中国8.84万吨,巴西约1万吨,菲律宾约0.4万吨。世界苎麻贸易年总量为1.5万～2万吨,主要是麻条和精干麻,原麻只占10～15%,出口量中国居首位,巴西次之,菲律宾第三。进口量以日本最多,占75%,欧洲和中国香港地区各占10%,南朝鲜和中国台湾省各占5%。日本1982年进口麻条和精干麻5 097吨,落麻1 749吨,原麻1 429吨。

中国苎麻纺织品的主销市场是美国、欧洲共同体及亚洲大部分国家和地区。

参考书目

Dempsey, J.M., *Fiber Crops*, The university presses of

Florida, 1975.

（杨曾盛）

苎麻病害（ramie diseases） 苎麻生长发育过程中，受线虫、真菌和细菌侵害，影响苎麻正常的生长发育，导致产量下降、纤维品质降低。

苎麻根腐线虫病 *Pratylenchus penetrans* 是导致苎麻败蔸减产的一种主要病害。中国各麻区均有分布。以长江流域麻区发病最重。发病初期，根部病斑为不规则黑褐色小斑，稍凹陷，后扩大为黑褐色大斑，向内一直侵及木质部，朽成黑褐色海绵状。被害麻蔸地上部分株减少，麻株矮小，叶片发黄，外表似缺肥症状，严重时麻株枯死。麻蔸和土壤带虫是该病的初侵虫源。土质疏松、施土杂肥多、麻龄较长以及地下害虫为害严重的麻地，发病较重。种植抗病品种，用杀线剂处理病土及45～46℃温水或杀线剂浸泡病蔸等可防治。

苎麻白纹羽病 *Rosellinia necatrix* 在中国各麻区都有发生，日本、越南、印度和菲律宾也有为害。被害麻蔸缠绕着白色棉絮状菌丝，表层发黑，肉质变红，病重时木质部完全消失，变成空腔。地上部生长衰弱，分株减少，严重时枯死。病菌在麻蔸和土中残株上越冬，随土壤和病蔸传播。该菌属兼性寄生，凡土质粘重，土层薄，地势低洼积水，施未腐熟的猪牛粪以及麻蔸受其他病虫害为害严重的麻地都有利于该病的发生。栽麻时选择无病壮蔸或使用药剂浸泡病蔸可防治。

苎麻立枯病 *Rhizoctonia solani* 在中国麻区普遍发生，美国也有发生。主要为害苎麻茎基部，使染病部位缢缩甚至茎折。病菌以菌丝体和菌核在土中或病残体上越冬。低温多雨、地势低洼、排水不良、土质粘重、施未腐熟的土杂肥有利于本病的发生。化学药剂防治有效。

苎麻青枯病 *Pseudomonas solanacearum* 在中国浙江天台、临海麻区发现，是一种毁灭性的细菌病害。发病初期，麻株顶部首先垂萎，以后下部老叶挂垂，数日后整株枯死。纵切病株，维管束变褐，并有乳白色菌液溢出。病原细菌主要在病蔸、病残体及土壤中越冬。借雨水、昆虫、农具、农事操作等可传播侵染，麻地灌水或遇暴雨能加速该病蔓延。防治措施：严禁到疫区调运种蔸，以防该病扩散，挖去有病麻蔸，集中烧毁；病穴灌注2%福尔马林或撒石灰粉；与禾谷类作物，特别是水稻轮作等。

此外，还有炭疽病 *Colletotrichum boehmeriae*、角斑病 *Cercospora boehmeriae*、褐斑病 *Ascochyta boehmeriae*、苎麻疫霉病 *Phytophthora boehmeriae*、苎麻茎腐病 *Phoma boehmeriae* 等。

（陈洪福）

苎麻虫害（insect pests of ramie） 某些节肢动物主要是昆虫对苎麻的侵害。

苎麻夜蛾 *Cocytodes coerulea* 属鳞翅目、夜蛾科。中国、朝鲜、日本、菲律宾、印度、斯里兰卡等国均有分布，为害严重。幼虫食叶，使叶片成网纹状，严重时麻株叶片被吃光，成光秆。一年发生2～4代。雌虫产卵于植株上部麻叶背面，可人工摘除卵块，集中消灭。三龄以前群居为害，故应在三龄以前消灭。成虫夜间有趋光性，可用黑光灯诱杀。对糖、酒、醋水溶液有趋化性，可诱杀之。用一般杀虫剂可消灭幼虫。鸟类、寄生蜂都是重要的天敌。

苎麻赤蛱蝶 *Pyrameis indica* 中国、日本、朝鲜、菲律宾、新西兰、斯里兰卡等国均有发生，为害也较严重。成虫在杂草、树叶中越冬。卵散产于梢部嫩叶上。幼虫在麻叶上吐丝结包，食叶，有迁移为害的习性。一年发生2～5代。苏云金杆菌可使苎麻赤蛱蝶数量减少，减轻为害。

苎麻黄蛱蝶 *Pareba uesta* 是一种一年发生两代的严重害虫，在中国南方常有发生。日本、越南、缅甸、印度尼西亚、马来西亚、印度等国也有为害。以五龄幼虫迁移到麻地边杂草、土缝、山坡等背风向阳处越冬。卵产于叶背，竖立成堆，每堆100～200粒，10天左右孵化为幼虫，群居为害。

苎麻天牛 *Paraglenea fortunei* 属鞘翅目、天牛科，中国苎麻产区常有为害，一年发生1代。幼虫为害麻蔸并在其中越冬。成虫可蛀梢部为害。防治措施，选用无虫蛀的麻根作种，掌握在卵孵化率达10～20%时剥麻，及时齐土砍麻骨。

为害苎麻的金龟子，主要有铜绿金龟子 *Anomala corpulenta*、大黑金龟子 *Holotrichia diomphalia*、黑绒金龟子 *Serica orientalis*。一年发生1代，在中国长江流域发生严重。成虫吃叶片，幼虫吃麻根，受害麻蔸造成空洞，有利于病菌侵入。地上茎枯死，造成严重减产，铜绿金龟子和大黑金龟子有趋光性，可利用黑光灯诱杀。

此外，还有丑蛱蝶 *Symlrenth iahippoclua*、银纹夜蛾 *Piusia agnata*、卷叶虫 *Pilierosis* 等。

（王承森）

苎麻收获（harvesting ramie） 苎麻茎秆达到工艺成熟时，及时收获、剥制，从而获得高产、优质的纤维的工作。苎麻一年可收获多次，收获的季节性很强。

收获与剥制 当麻茎中下部叶片大部变黄脱落，茎秆有2/3由绿变褐，下季麻芽（催蔸芽）开始出土，就应抓紧收获、剥制。中国湖南、湖北、四川、江西等主产区，一般年收三次；河南、陕西只收两次；台湾、海南省可收四五次。菲律宾年可收六次。各季麻的具

体收剥时间，因地区、气候变化和品种而有所不同。湖南、湖北、四川等省头麻在5月底至6月上旬，生长期约90天左右；二麻在7月下旬至8月上旬，生长期50～60天；三麻在10月中下旬，生长期约70～80天。收获过早，纤维未成熟，麻皮薄、产量低；过迟纤维粗硬，质量不好。收获方法，有扯剥和砍剥两种。多数麻区采取扯剥法，即直接在麻株上剥皮。这种方法工效高，下季麻芽粗壮，脚麻少。少数地区采用砍剥法，即用快刀将麻茎齐蔸割下，然后剥皮。此法好处是原麻无"红根"，但费工多，往往延误季节。

刮剥　剥下的麻皮浸泡两小时左右，然后捞出利用刮麻工具，除去表皮、栓皮、皮层，一部分胶质及其他杂质等，成为粗纤维，俗称原麻。刮麻方法有手工刮麻和机械刮麻。手工刮制质量较好，但工效较低。机械刮麻是用简易刮麻器和动力剥麻机。当天刮的麻一定要当天刮制，当天晒干。隔夜麻色泽差，质量不好。　　（况厚琼　尹志高）

苎麻无性繁殖（vegetative propagation of ramie）　利用苎麻的地下茎、地上茎、叶等器官繁殖麻株的方法。依繁殖方式的不同，可分为分蔸、分株、压条、扦插和组织培养等方式。

分蔸法　是将老麻地的种根砍成若干块，直播在大田里。挖取种根的方式有①翻蔸。在冬季或春季把麻蔸全部挖翻起来。②边蔸。在壮龄麻地里挖取每个麻蔸的一部分。③抽蔸或抽行。在地下茎丛生密集的麻地里，隔一行或隔一蔸抽挖麻蔸。④削头。冬季或早春，在老麻地用利锄削下露出土表的龙头根等。在一块麻地里一次挖取种根的多少，视麻龄和生长情况而定。麻地经边蔸、抽蔸、削蔸之后，下季麻的产量一般有所降低。但如果培管得法，即能较快达到正常产量。挖取的种蔸，宜随砍随栽。砍切种根时要用快刀先砍去贮藏根（萝卜根）和老朽、病、虫部分。种块砍切大小，根据地下茎粗细而定。节短芽多者宜砍小些。种块一般150～250克。栽种一公顷需种根3 000～4 500千克。挖一公顷种蔸，可扩种新麻4～8公顷。边（抽）蔸公顷，可栽新麻1～2公顷。

种根还可砍切成20～50克一段，称细切种根法。细切种根法可扩大繁殖系数，挖蔸一公顷，可扩种新麻20～50公顷。亦可将种根切小至1～5克，育苗移栽，繁殖系数更大。

分株法　在各季麻中均可进行。当苗高15～20厘米，用快刀切取过密或较矮的麻苗，稍带细根。摘除部分叶片或剪去梢部，再移栽大田。

压条法　在夏秋季节，当麻株下部茎呈褐色时，在麻蔸周围开沟，把麻茎弯曲成U形，压入沟中，然后覆土，露出茎梢，摘除生长点。待长出不定根后，切离母体，移栽大田，或用于弥补缺行缺蔸。也可将成熟的麻茎齐泥割下，埋入湿润土中，让梢部露出地面。待全茎生根出苗后，从土中挖出，切成若干段，分别移栽。这种方法称离体压条。

扦插法　用快刀把成熟的麻茎斜切成12～15厘米小段，斜插在苗床上，覆土压实盖草，保持土壤湿润。出苗长根后，带土移栽。从麻茎下部切取的插条，容易生根发芽，成活率可达80%。中部次之。梢部一般不易成活，可以剪取15～25厘米带叶分枝或茎端嫩梢插在盛放冷开水，或消毒的自来水的容器内。带叶部分露出水面，置室内培养，定期换水，并保持容器内的一定水位。室温25℃左右，7天左右可长出不定根，14天后即假植砂钵内，使其继续生长，然后移栽大田。

组织培养（试管苗）法　用茎、叶组织为材料，在长苗培养基上培养成苗，然后移植到生根培养基，培养成试管苗。经炼苗后，定植大田。

（蒋全根　罗素玉　杨泌泉）

苎麻纤维（ramie fiber）　苎麻的初生韧皮纤维。它的产生部位，有两种提法，一种认为产生于原生韧皮部，另一种认为产生于中柱鞘。

化学成分　主要是纤维素、半纤维素、果胶、木质素、脂肪以及蜡、灰分、色素、蛋白质、矿物质等。中国对10个苎麻品种的原麻的化学成分分析结果是：纤维素70.4～76.5%，半纤维素12.1～14.9%，木质素0.52～2.1%，果胶3.3～4.5%，脂肪和蜡0.21～0.9%，水溶物6.5～8.7%，灰分2.9～4.3%。

纤维结构　苎麻纤维细长、表面光滑，尾端钝圆，基端逐渐变细，端部形状不一，有钝圆形、匙形、二叉形等。纤维壁上具裂隙状单纹孔，数目不多，裂缝与细胞长轴平行，有时裂缝愈合。从横切面观察，纤维细胞大小形状不一，有三角形、五棱形、六棱形、椭圆形、圆形等。纤维外壁有的较规则，有的呈波状；纤维内腔形状不一致，腔中常见颗粒状物质。胞壁明显地分为胞间层、初生壁和次生壁3层。电子显微镜研究结果证明，纤维的结构包含两个相：结晶相，由纤维素的微纤维组成；不定形相，由半纤维素、果胶质等物质组成。纤维素是由1 000个以上的葡萄糖基连锁成细长的链状纤维素分子化合物，再由细长链状纤维素分子构成束状的微晶体，更多的成束的微晶体构成了微纤维，微纤维集合成薄层，而薄层集合成纤维细胞壁。在微纤维之间微毛细管包含液体、半纤维素、果胶等物质，由它们构成不定形相。纤维素与微晶体、微纤维的排列方向是一致的。但微纤维在苎麻纤维的初生壁和次生壁中排列完全不同，次生壁由平行的层次组成，在各层中微纤维间的接触紧密。初生壁的微纤维相扭曲成松散的网状结构。两种胞壁的微纤维外部都包有不定形物质。

纤维品质　衡量纤维品质的指标有：①纤维细度。

苎麻纤维细度可用单纤维横切面的直径，或者单位长度重量，或者单位重量长度等表示。一般纤维细胞直径愈小，细胞壁愈薄，则纤维愈细软，纺纱支数愈高。②纤维长度在各种麻类纤维中，苎麻的纤维最长，一般60～250毫米，最长可达600毫米。但苎麻纤维长度不匀率很大，精干麻均方差系数高达80%左右。③拉力。在各种韧皮纤维中，以苎麻纤维的拉力最大。苎麻纤维拉力，不同品种有差异，中国测定10个品种拉力结果，平均纤维拉力为45克左右。④弹力和扭力。苎麻比大麻、亚麻的弹力大，但比棉花、蚕丝小，其断力伸长度为4%。⑤颜色。苎麻纤维的颜色主要由于含有不纯物质或天然色素。原麻有白、青、棕黄等深浅不同的颜色，原麻颜色常与纤维的细度、拉力、染色性能等有一定的关系。（胡久清）

苎麻栽培（ramie culture） 苎麻是一次栽培多年受益的宿根性作物。根据其生物学特性和对环境条件的要求，采用综合农艺措施管理苎麻田，以提高产量和品质。主要措施是新麻园种植和常年麻园的管理。

新麻园种植 当年栽植麻田称新麻园。新麻园宜选择土层深厚、疏松，含有机质较多的壤土、砂壤土。平原地区应选择地下水位较低，排灌便利的地方；丘陵山区应选择缓坡地和山窝谷地，如坡度较大，要沿等高线筑成梯田。深耕20厘米以上，施基肥开沟做畦，畦宽3米左右。苎麻易受风害，丘陵山区，宜植于避风处；平原湖区，应营造防风林。

栽麻时期随繁殖方法而异。用种根繁殖的，在秋末冬初或早春栽植。一般采用穴栽，也可采用宽行条栽。栽植密度，发蔸慢的品种，每公顷栽3.6万～4.5万穴；发蔸快的品种，每公顷栽2.2万～3.0万穴。

麻苗移栽10天后，就要查苗补缺。补苗过迟，会形成弱苗。新麻园应多中耕，勤除草。行间深耕，蔸边浅耕，以不损伤根系为原则。在施好基肥的基础上，还要追施速效肥料，促进早发、快长。移栽麻苗成活后，追施第一次肥料。在麻高30厘米左右时，再追施一次。掌握强蔸强株少施，弱蔸弱株多施，使其生长整齐一致。苗高30厘米以后，再施重肥一次。干旱时，及时灌水。新麻株高达1米左右，植株一半黑秆时，即可割除或折断地上茎，以促进地下部生长，俗称“破秆”，亦可兼收一次麻。破秆后要及时追施1～2次肥料，为培育好下季麻打基础。

常年麻园的管理 新栽麻园从第二年起，称为常年麻园。为了延长壮龄期，达到连年高产、优质的目的应做到：①冬培。包括深中耕，施冬肥，覆土培蔸三项措施。这是提高翌年产量的重要保证。冬季深中耕可以提高土壤的通气性和保肥、保水能力。中国长江流域麻区一般在11月下旬三麻收后进行。冬肥用量约占全年施肥量的一半，通常用迟效性有机肥，并配合一定数量磷、钾化肥。在麻行中开穴施或开行条施，这样既能保肥改土，又有利抗寒保温。覆土的作用主要是保温防冻，加厚土层，满足麻蔸不断向上生长的需要，覆土厚度2～3厘米。②中耕除草。在封行前进行。长江中下游麻区，头麻雨水多、气温低、麻苗生长慢、苗期长，应中耕除草2～3次。二三麻，苗期气温高，幼苗生长快，苗期短，一般中耕除草1～2次。③追肥。头麻的追肥，苗期宜轻，封行前宜重。二三麻苗期生长快，应早施重施苗肥。④抗旱排渍。苎麻对水分要求较高，当土壤含水量低于17%时，生长受阻，影响品质和产量。遇旱时，应及时浅中耕，旱前覆盖和灌水。但土壤水分过多或渍水，也会导致生长停滞，叶片脱落，甚至引起败蔸。在地下水位较高的平原湖区和多雨季节，还要注意清沟排水。⑤麻田更新。苎麻种植多年以后，由于地下茎和根系过于密集和衰老，应采取边蔸、抽行、深中耕，并增施肥料、加强栽培管理等措施，以更新复壮。

（赖占钧 严文淦）

苎麻种质资源（ramie germplasm resources） 携带苎麻各种遗传物质的种子和无性繁殖材料，包括苎麻的栽培品种、地方品种、野生亲缘植物和重要的育种品系。苎麻属约有120个种。中国有32个种，11个变种，主要分布在西南、华南、华中至东北地区。白叶种苎麻（*B. nivea* L.）及其变种绿叶苎麻*B. n.* var. *tenanissima* (Gaud) Miq.）为栽培种。自20世纪50年代起，中国已搜集和保存了1 000余份苎麻种质资源。地方品种中，产量高、品质好的有广西的黑皮蔸，湖南的芦竹青、黄壳早、黄壳麻、白脚麻，湖北的细叶绿、恩施青麻；纤维品质优良的品种有大勐仑苎麻、笔杆青麻。采用营养系选择、杂交育种、人工诱变等方法，选育出高产、优质、抗逆性强的苎麻新品种有湘苎1号、黔苎1号、圆叶青、牛耳青、MC-60-2和MC-60-11；对苎麻根腐线虫表现高抗的品种有浏阳鸡骨白、平原苎麻等。

20世纪40年代以来，日本、菲律宾、巴西、印度尼西亚等国，也开展引种、杂交育种和营养系选择，先后育成一批苎麻新品种。日本采用中国台湾省的苎麻品种与本国品种杂交，育成宫崎110(Miyagaki 110)、宫崎112、细茎青心(Saikei seshin) 和村上 (Murakami)等。宫崎110产量较高，在20世纪40～50年代曾经是美国佛罗里达州的商品麻栽培品种，村上品种被引到巴西，成为巴西的主要栽培品种之一。

中国对782份苎麻纤维品质的研究表明，单纤维支数在1 800支以上的，可纺高档产品的优质品种有285份，占总品种的36.4%；1 500～1 799支的中质品种315份，占40.3%；1 499支以下的低质品种182份，占23.3%。

苎麻种质资源类型多，划分依据也各异。依据根系和地下茎的生长情况分为深根型、浅根型和中间型。深根型根群入土1～2米，贮藏根（萝卜根）肥大，根系发达，地下茎短粗，细地下茎（跑马根）少，发蔸慢，植株丛生，高大粗壮，有效茎数多，比较耐旱，产量高。黄壳早、黑皮蔸等属此类。浅根型根群入土0.3～1.0米，根系分布较浅，地下茎多而长，发蔸快，每蔸茎数多，茎细，无效茎（脚麻）也多，产量较低，但纤维细，柔软。如黄壳麻、鸡骨白、竹根麻等。中间型介于深根型和浅根型之间，如白里子青、细叶绿等。

依鲜茎的木质部（麻骨）颜色，可分为青茎型、黄茎型、白茎型、红茎型。青茎型麻骨绿色，如硬骨青、绿斑麻、黑皮蔸、圆叶青等。黄茎型麻骨浅黄色，如黄芽蔸、黄壳早、黄白麻等。白茎型麻骨乳白色，如恩施鸡骨白、新洲白麻等。红茎型麻骨粉红色，如红皮红花、荣县红心麻、川南红皮小麻等。

依据品种纤维的工艺成熟天数可划分为早熟型品种、中熟型品种、晚熟型品种。此外，还根据白叶种苎麻的叶部颜色划分为24个色型。

（蒋金根　郑长涛）

苎麻种子繁殖（seed propagation of ramie）　苎麻的有性繁殖，优点是繁殖系数大（每公顷苎麻可收种子7～10千克，育苗后可移栽100～150公顷），种子用量小，运输方便。缺点是后代会分离，麻株不整齐，纤维品质和产量均会降低。同时苎麻种子小，1千克种子有3 000万粒左右，育苗技术性很强。因此，除了作为育种手段，选择变异株作为育种材料外，在生产上较少应用。

在长江流域，一般三麻期留种，采种期在12月初，于雌花开放后50～60天，麻叶枯萎，种子变褐色时为宜。

苗床宜选用背风向阳、灌溉方便、土质疏松、肥沃的土地为宜。精细整地，施足基肥。长江流域，春季育苗以3月上中旬，日平均气温12℃以上为宜。薄膜覆盖育苗的，可提早到2月中下旬播种；秋季育苗的，以8月上中旬，日平均气温25℃为宜。种子发芽率30%以上的，每公顷播种量7.5千克左右。播种后薄盖一层细土粪。再均匀地盖上茅草或稻草，以保持苗床水分，防止土壤板结，促进发芽。

麻苗出土后，分次揭草。一般4片真叶时第一次间苗，6～7片真叶时第二次间苗。苗期追肥，应随着幼苗长高增加施肥浓度，天旱可结合洒水追肥。苗期常因阴雨或高温多湿易发生立枯病、炭疽病，要清沟排水和药剂防治。

幼苗10～12片真叶时移栽。因麻苗大小不一，可分期移栽。每公顷栽7.5万～9万株左右，条栽为好。

秋季育苗的，在10月下旬前移栽，或11月下旬后覆土护苗安全过冬，于翌年3月下旬移栽。

（李宗道）

苎麻综合利用（multiple utilization of ramie）　苎麻除纤维外，麻根、嫩尖、麻叶、麻骨、麻绒等都有利用价值，随着加工工艺水平的不断提高，可对其充分利用。

苎麻根可作淀粉、酿酒原料。苎麻叶营养丰富，可供食用。中国福建、湖南等省有些地区有少量苎麻叶作为糯米糕点的佐料，美国曾经研究苎麻叶的饮用价值，加工制成苎麻茶。巴西研究苎麻叶作为食品加工的蛋白质原料。

苎麻根、叶的药用价值早在《本草纲目》中就有记载。中国从苎麻根中提出血凝酸胺，具止血作用。从叶中分离出的氯原酸(Chlorogenic acid) 加热后会变成咖啡酸(Caffeic acid)和奎尼酸(Quinic acid)。

苎麻叶含粗蛋白22～23%，脂肪6～7%，粗纤维16%，还含有赖氨酸、蛋氨酸、类胡萝卜素、维生素、钙、磷等，可作饲料。20世纪40年代末，将苎麻作饲用作物种植。也可收获鲜叶，将其晒干，制成干粉，作为配合饲料中的精饲料。哥伦比亚、危地马拉、菲律宾等国家，用苎麻叶喂猪已有多年历史；美国佛罗里达州在饲料中加入定量的苎麻叶，饲养菜牛和公牛。用苎麻叶喂养奶牛效果也较好。中国台湾省的研究表明，用苎麻叶喂猪，不但猪长得快，而且还可提高瘦肉率。

麻骨可制成纤维板，是建筑和制家具的用材，麻绒可作为造船的填充材料，也是制造高级纸张和人造棉的原料。　（李宗道）

庄巧生（1916～　　）　小麦遗传育种学家。福建省闽侯县人。1916年阴历七月初七日生，故名巧生。1935～1939年在南京金陵大学就读，专修农艺，辅修植物学。1939年春毕业后到贵阳从事小麦品种试验工作，后在金陵大学任教，并作小麦细胞遗传实验工作。1943年应聘在湖北省农业改进所任技师。1945年在美国的堪萨斯州农学院、康奈尔大学、俄亥俄州联邦软质冬小麦实验室，学习小麦品质鉴定技术，兼修化学。1946年回国，在原中央农业实验所北平农事试验场任技正。1949年后任华北农业科学研究所研究员，中国农业科学院作物育种栽培研究所研究员、副所长，从事冬小麦的育种研究工作。他和他的同事们应用常规的系谱法和派生系统法，1955～1960年选育出北京5号、6号、7号等新品种，在华北北部和新疆冬麦区种植，增产显著。1958～1965年相



继育出了北京8号、10号等抗锈、早熟、丰产新品种，成为1964年中国锈病大流行后北方冬麦区的接班品种之一。1973～1980年育出了丰抗2号、8号、13号、15号等优良小麦品种，80年代在华北北部地区推广种植。他一直活跃在育种工作的第一线，选育出一批又一批的小麦新品种，并连续主持全国小麦育种协作攻关课题，做出显著成绩。为此，1986年获得国家"六五"科技攻关个人优秀奖。他热心从事学术交流活动，现任中国作物学会副理事长，1984～1988年还担任墨西哥国际玉米小麦改良中心理事、中国遗传学会理事等职务；主编《作物学报》、《国外农学——麦类作物》等刊物。他还协代金善宝主编了《中国小麦品种及其系谱》，参与了《中国小麦品种志》(续集)的编写工作。

（宛秀兰）

紫花苜蓿 (alfalfa)　苜蓿属中的一个种，学名 *Medicago sativa* L.，多年生草本植物。又名紫苜蓿、牧蓿、苜蓿、路荪。优良牧草作物，被称为"牧草之王"。

起源与分布　原产古代波斯境内的米太 (Media)，即今中亚细亚、伊朗一带。在伊朗首先栽培，后来传入阿拉伯取名alfalfa，即"马的饲料"。公元前490年传入希腊，根据起源于米太而称为Media，是为现今植物学名的由来。公元1世纪经罗马传入法国、西班牙、德国、瑞士等欧洲国家。在瑞士卢塞恩(Lucerne) 湖地区因极适宜而广泛栽培，故欧洲又将卢塞恩(Lucerne) 一名沿用至今。适应性广泛，已经成为世界上最主要的饲料作物，从40° S～60° N以北的广大地区都有栽培，在全世界共3 300万公顷左右的播种面积中，北美洲约占40%，欧洲占28%，南美洲占24%，其余亚、非、大洋洲约共占8%左右。美国、阿根廷和苏联三个国家播种面积占世界的70%。其干草产量居多种豆科牧草之冠，而且营养成分完全，富含蛋白质、微量元素和十种以上的维生素，在美国玉米带地区与玉米搭配组成家畜的合成饲料。

据《史记·大宛列传》记载，公元前126年由汉使张骞从大宛国(今中亚细亚)将苜蓿种子带回，成为中国栽培的起源。起初是在汉宫庭园中栽植观尝和作御马饲草，后来在黄河流域广泛传播。北方各省普遍栽培，长江中下游地区甚至海拔1 800米的云贵高原也可种植。1985年全国播种总面积约为100多万公顷。

特征　主根很长，一般可伸入土中3～5米以下，最深达10米左右。侧根发达。每株有15～25个分枝，每次收刈后可从根颈或残茎基部的幼芽发育成新枝。茎多直立，光滑，高60～100厘米。叶为三小叶组成，倒卵圆形，叶柄长而平滑，托叶很大。花紫色，总状花序，成簇状每花序有小花8～25朵。荚果螺旋形，2～3旋，稍有毛，成熟时黑褐色，不开裂，含种子1～8粒。种子肾形，千粒重1.5～2.5克(见图)。播种后二三年达到生长高峰，寿命可维持10～20年，甚至40年。



紫花苜蓿

特性　性喜温暖半湿润气候，虽因地上部分生长繁茂，蒸腾系数高达800～900，但由于有强大根系吸取深土层的水分，而表现非常抗旱。但不耐水渍，特别在夏季高温时，水淹24小时即大量死亡。因此在年雨量1 000毫米以上而又排水不良的地区不宜种植。抗寒性强，在有积雪覆盖时能耐－44℃低温。对土壤要求不严，但以pH6.5～8.5的富于钙质的壤土或砂壤土最为适宜。

类型　由于栽培历史悠久，分布广泛，在不同地理和自然条件下，形成了许多生态型。在苏联有的学者根据小叶有无茸毛、根颈入土深度、感病率、割后再生强度、抗寒抗旱能力以及对光照的要求等特点分为中亚、外高加索、欧洲和西伯利亚、北美、南美、地中海、大洋洲、美索不达米亚、印度、小亚细亚、特利波利和也门等12个地方种。而美国的学者则概分为土耳其斯坦型、普通型、弗莱蒙型、非抗寒型以及杂花型等。中国学者在本世纪50年代仅就西北地区长期驯化形成的33个地方种，归纳为7个生态型。本世纪以来大量引入国外品种，使中国现有品种和类型比较复杂，一部分地区在生产中杂花苜蓿占优势。

栽培技术　种子小，幼苗生长缓慢，播前需精细整地，做到深耕细耙，并保持土壤水分。在贫瘠土壤宜施入适量厩肥和磷肥做底肥以利根瘤形成。在酸性土壤应施适量石灰，当土壤pH5～6时每公顷应施石灰300～600千克。在从未种过苜蓿的土壤上，接种苜蓿根瘤菌剂，有良好的增产效果。

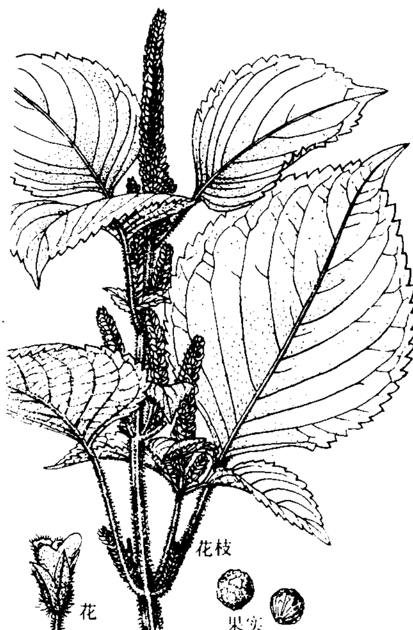
一年四季均可以播种，春季墒情好、风沙为害少的地区宜春播。在春季干旱、晚霜较迟、风沙多的地区可趁雨季夏播。冬季不太严寒、越冬前株高可达10～15厘米的地区宜秋播。也可在初冬土壤开始封冻前播种，待第二年早春利用土壤化冻的水分出苗。作刈草场或放牧利用时，应采取15厘米或30厘米行距密条播，播量为每公顷11～19千克；留种田宜用60厘米宽行条播，每公顷播量4千克左右。还适于和禾本科牧草如无芒雀麦、牛尾草、披碱草等混播。也可以和谷类作物如小麦、粟类等作物混播或间行条播，既有利于出苗和抑制杂草，又可增加当年的收益。无论单播或混播，从第二年起田间管理比较简单。每年早春返青前要进行一次耙茬松土，改善土壤通气性，保蓄土壤水分并提高地温，促进生长。每次收割利用后，在有条件时即行中耕除草并适当追施氮磷肥料。重霜之前一个月左右停止利用，以便蓄积营养安全越冬。

病虫害　有锈病 *Uromyces striatus*、菌核病 *Sclerotinia trifolium*、霜霉病 *Peronospora aestivalis*、褐斑病 *Pseudopeziza medicaginis* 等病害；蚜虫 *Aphis medicaginis*、蓟马 *Thrips tabaci*、叶跳虫 *Bruchophagus gibbus*、盲椿象 *Adelphocoris lineolatus*、潜叶蝇 *Phytonyzar* sp.及苜蓿象鼻虫 *Hypera postica* 等害虫。

采种　紫花苜蓿是异花授粉作物，隔离条件下强制自交率为14～15%，而异花授粉率为25～75%。由于它的花器构造特殊，主要是通过昆虫或天然和人工的机械作用，使平时紧包雌雄蕊的龙骨瓣弹开，才能放出花粉。因此采种田宜放养切叶蜂、丸花蜂或蜜蜂等，用以授粉，以提高结实率。

利用　饲料价值高。据分析，一年刈三茬混合干草平均粗蛋白含量18.9%，粗脂肪3.37%，无氮浸出物29.97%，粗纤维26.80%，灰分7.03%。在作为饲料利用时，可青刈、放牧或调制干草。调制干草一般在开花初期收割，收割过早、过频会导致营养贮积减少，缩短生长年限；收割过晚又会降低饲草品质。一般每年可收割2～4次，灌溉条件下可刈4～6次。可以通过脱水，制成草砖或干草粉，提取叶蛋白，或压缩成颗粒饲料等。鲜草与禾本科牧草、青刈玉米等混合青贮，也有良好饲用效果。鲜草中含N0.50%左右，$P_2O_5$0.13%左右，K_2O0.37%左右，作绿肥用可以提高后茬作物产量。（洪绂曾）

紫苏 (purple perilla)　唇形科紫苏属栽培种白苏的变种，学名 *Perilla frutescens* (L.) Britt. var. *arguta* (Benth.) Hand.-Mazz。一年生草本植物。《本草纲目》记载："苏性舒畅，行气和血，故谓之苏。曰紫苏者，以别白苏也。"别名红苏、香苏、红紫苏和赤苏。茎、叶和果实供药用。主产于江苏、安徽、浙江、江西、湖北和山东等省，全国各地广为栽培。



紫　苏

株高30～100厘米，具香气。茎四棱形，紫色或绿紫色，多分枝。叶对生，有长柄，叶片卵形或宽卵形，略皱，边缘有粗圆齿，两面紫色或仅下面紫色，轮伞花序排成顶生或腋生的穗状花序，稍偏侧，花冠唇形，红色或淡红色。小坚果倒卵形，灰棕色。花期6月至7月。果期7月至9月。

喜温暖湿润气候，适应性强。对土壤要求不严，以排水良好疏松肥沃的砂质壤土生长最佳。种子繁殖，一般种子发芽率可达90%以上，直播或育苗移栽均可，以直播为好，生长快，收获早，产量高。3月上旬至4月中旬播种，南方宜早，北方略迟。撒播、条播或穴播均可。条播行距30～50厘米，开浅沟将种子均匀播下，覆土以盖没种子为度；穴播按行株距45×30厘米开穴，每穴播种子4～5粒，薄覆细土。每公顷播种量15～22.5千克；育苗应选向阳温暖处作苗床，床土疏松肥沃，耙细整平，3月中旬至4月上旬播种，将种子匀播床面，薄覆细土盖没种子，稍压实。经常保持床土湿润，约7～8天出苗，齐苗后要间苗拔草。5月中旬至6月上旬，苗高10～20厘米时移栽，生长前期追肥1～2次，天旱时及孕蕾期要浇水，大雨后及时排水，病虫害有锈病 *Coleosporium perillae* 和苏子卷叶螟 *Pyrausta phoenicealis* 等。苏叶与苏梗于9月上旬初见花序时采收，割取植株，挂通风背阴处晾干，干后打下叶子；也可于7月至8月间直接摘取叶片晒干，为苏叶；茎切段后，为苏梗。果实成熟时，割下植株或果穗，打落果实，晒

干，为苏子。留种田宜稀植，行株距50×50厘米。选留壮苗，拔除劣苗，9月下旬至10月中旬果实成熟时采收。晒干、保藏。

全草含挥发油，油中含紫苏醛（L-perilla ldehyde）、紫苏醇（L-Perilla-alcohol）、二氢紫苏醇（Dihy-dro-perilla-alcohol）、苎烯、芳樟醇、薄荷脑（Menthol）、丁香烯（Caryophyllene）等。果实及种子含脂肪油、维生素B_1（Vitamin B_1）。药理实验：叶浸剂有较弱的解热抗菌作用。紫苏油及其主要成分紫苏醛有升血糖作用。苏叶、苏梗与苏子均味辛，性温。苏叶有发表散寒的功用。主治风寒感冒，鼻塞头痛，咳嗽等症。苏梗有理气宽胸，解郁安胎的功用。主治胸闷不舒，胎气不安，呕吐等症，苏子有降气定喘、化痰止咳的功用。主治咳嗽痰多，气喘，胸闷等症。紫苏茎叶还可作香料，种子油可供食用。　（孙鹤年）



紫 穗 槐

紫穗槐（shrubby falseindigo）　豆科紫穗槐属的一个种，学名*Amorpha fruticosa* L.，多年生落叶丛生小灌木。又称绵槐，䌷茯、紫花槐、紫翠槐。是优良绿肥及茎条材兼用作物。原产美国东部、中部和南部以及墨西哥一带，世界各大洲也都有种植。20世纪20年代末由美国引入中国上海，作庭园植物种植。30年代以后，用于铁路和公路护坡作物栽种。50～60年代被广泛用于农业及工业生产。

根系发达，一年生实生苗，主根可深入土层0.7米，水平根幅达1米，3年生的根长在1米以上，根系有70～80%分布在0.6米以内土层中。根无萌芽能力，不能用分根法繁殖。茎为通直茎条，无分枝，萌芽力强，割条后每枝老条基部可萌发出2～4枝茎条，连续低茬割3～4次的株丛基部上，可萌发出20～30个茎条。叶为互生奇数羽状复叶，叶片卵圆或椭圆形，全缘，网状叶脉。穗形总状花序，花盛开时有异香，是良好的蜜源，小花长不到7毫米，黑紫色或紫蓝色，旗瓣倒卵形，卷成筒状，无翼瓣和龙骨瓣，荚果弯月形，成熟后为棕褐色，有瘤状腺胞，内藏挥发油，含香油精2.5%左右，可作调香原料。种子黄褐色，具蜡质光泽和特殊气味，千粒重约20克，含油10%左右，可提取香油精和油脂等（见图）。耐盐碱，在根际土壤含盐量0.3～0.5%时能正常生长，但幼苗期抗盐碱能力低。抗旱、耐涝，再生性强，耐刈割，一般每年可割取鲜嫩茎叶一次，再收枝条一次。繁殖方法有两种：直接育苗移栽和插条，育苗移栽便于管理，成活率高。育苗的播种时间有春播和夏播之分，一般以春播为好，如土壤水分充足，春播和夏播皆可。因荚皮含油质，种皮坚硬，吸水困难，不经处理，发芽率低。凡用种子繁殖，播前必须进行种子处理，方法是用草木灰水或食盐水，也可用温水浸种，浸后的种子，用清水淘洗干净，可直接播种，如催芽后播种更为有利。插条繁殖以雨季为宜，选用二三年生枝条，在其中下部剪成15～20厘米插条进行插植。行距一般1米以上，株距50～100厘米。

养分含量较高，一般鲜叶含水分67.9～74.1%，N 0.68～0.90%，P_2O_5 0.09～0.14%，K_2O 0.39～0.44%，用于沤肥和直接压青，腐烂快，肥效显著。鲜叶含粗蛋白质21.58%，粗脂肪5.55%，粗纤维11.1%，可溶性无氮浸出物41.9%，灰分5.72%。采后可荫干，直接喂畜或以干叶粉发酵后喂饲。老化茎条可用于编织，作水利建设及包装用材料，也是造纸工业和人造纤维的原料。此外，还是用作保土固沙和防风造林、城市绿化的优良低层树种。　（孙传芳）

紫菀（tatarian aster）　菊科紫菀属的栽培种，学名*Aster tataricus* L. f.，多年生草本植物。《本草纲目》载："其根色紫而柔故名"。古名青菀、返魂



紫 菀

草、夜牵牛等。别名小辫子。以根和根茎入药。中国主产河北省安国县及安徽省亳县。东北、内蒙古、山西、陕西和甘肃地区也产。日本、苏联也有分布。

株高40～150厘米。根茎短，表面紫红色或灰红色，密生多数须根。茎直立，粗壮，通常不分枝。基生叶丛生，有长柄，叶片椭圆状匙形；茎生叶互生，无柄，叶片长椭圆形或披针形。头状花序多数，伞房状排列；边缘为舌状花，雌性，蓝紫色；管状花两性，黄色。瘦果扁平，冠毛宿存。花期8月至9月，果期9月至10月。

喜温暖湿润气候，耐寒，怕干旱。生于山地、河边草地。6月至7月叶片生长最快时，如缺水生长受阻，影响产量。对土壤要求不严，除盐碱地和砂土地外均可种植，但以肥沃的砂质壤土的产量较高。用根状茎繁殖。秋栽于10月至11月，随挖随栽。选粗壮节密、紫赤鲜嫩、无病虫感染的根状茎，剪成7～10厘米小段，每段有2～3个芽眼。按行距30厘米开7～8厘米浅沟，按株距15厘米每掩摆放2～3根，盖土轻压。每公顷需用根状茎150～225千克。齐苗前注意保墒。北方产区要防冻，根状茎需行窖藏，于3月至4月进行春栽。中耕宜浅，以免伤根。灌溉宜勤，以经常保持地面湿润为原则。摘除花茎以使根充实。病虫害有斑枯病 *Septoria tatarica*，根腐病病菌是由鲁氏小菌核菌 *Sclerotium rolfsii* Sacc.、茄病丝核菌 *Rhizoctonia solani* 和一种腐霉 *Pythium* sp. 为害所致。还有紫菀黑斑病 *Alternaria alternata*、紫菀红粉病 *Trichothecium roseum*；银纹夜蛾、地老虎、蛴螬等。10月下旬以后植株枯萎时将根挖出，去净泥土，选留种根，其余的编成辫子晒干。每公顷产6 000～6 750千克。

根含紫菀皂甙(Astersaponin)、紫菀酮 (Shionone)、槲皮素(Quercetin)、无羁萜(Friedelin)、表无羁萜醇 (Epifriedelinol)、毛叶醇 (Lachnophyllol)、乙酸毛叶酯 (Lachnophyllol acetate)、茴香醚 (Anethole) 等。药理实验：有镇咳、祛痰、抗菌等作用。味辛、苦，性温。有润肺下气，祛痰止咳功能。用于咳嗽气逆、咯痰不爽和痰中带血。常用于治疗支气管炎、咳喘、肺结核等症。（陈 瑛）

紫羊茅 (red fescue) 禾本科狐茅属的一个种，学名 *Festuca rubra* L.，多年生草本植物。可作草坪、牧草和覆盖作物用。原产于欧洲、亚洲和北非。中国大部分地区均有分布。

植株高40～75厘米，基部常倾斜或膝曲，有匍匐的根茎；叶片对折或内卷，下面平滑无毛，上面被茸毛、茎秆基部的叶鞘比节间长，而上部的则短于节间；圆锥花序狭窄，小穗淡绿，而先端带紫色，含3～6个小花，护颖大小不等，外颖棕带红色，常光滑或粗涩，顶端有芒，长短不一，均不到外颖的一半；种子很小，千粒重0.70克左右（见图）。


紫羊茅

适应环境的能力较强，耐寒、抗旱；高地、低湿地和树荫下均能生长。由于它有蔓延的匍匐茎，分蘖力很强，易形成草丛，在早春即可再生。由于植株较低矮，适宜于建立长期放牧场用。或作为多年生覆盖作物用。在肥沃的土壤上，则植株生长较高，也可刈割干草，较嫩时刈割，品质较佳。植株含干物质22.2%，粗蛋白质4.7%，粗脂肪0.7%，粗纤维5.5%，无氮浸出物8.3%，灰分3.0%。（杨运生）

紫云英 (milk vetch) 豆科黄芪属中的一个种，学名 *Astragalus sinicus* L.，越年生或一年生草本植物。又名红花草、草子、翘摇。是主要冬季绿肥、饲草作物，有的地方用作蔬菜。

起源分布 紫云英原产中国。在秦岭、淮河至五岭之间的广大地区及西南高原均有野生种分布。明、清时代长江中下游一带已广为种植。在50年代中国栽培面积约67.0万公顷，分布于湖南、江西、浙江、安徽、江苏、四川、湖北等省，在广东、广西北部及河南的南部亦有少量栽培。自60年代开始，南向广东、广西的中南部，北向江苏最北部及陕西的陇海路沿线一带种植。70年代后期种植面积曾达933万公顷，占全国绿肥总面积的70%左右。紫云英在日本也用作稻田绿肥，在20世纪50年代以前，除北海道外全国各地均有种植，以后则逐渐减少。此外，在朝鲜也有少量种植。

特征 主侧根较为发达，入土深达50厘米，以0～10厘米土层内居多，根上有短棒状和球状根瘤，茎圆或扁圆形，中空，有疏毛，一般长50～100厘米，下部匍匐，上部直立，常弯曲2～4次，粗0.2～0.9厘米，可发生2～3级分枝，通常有效分枝1～3个，均出自基部。奇数羽状复叶，有小叶7～13片，全缘，倒卵形或椭圆形，顶部有浅缺刻，长10～20毫米，宽6～15毫米，背面灰白色，疏生软毛；托叶楔形，有深缺刻。伞形花序，腋生或顶生，有小花8～9朵，轮状排列簇生在5～20厘米的长花梗上，花柄短，萼5片，花冠红紫色，偶有白色；雄蕊10个(9+1)，柱头球形，表面有毛，子房两室。荚果两列联合成三角形，稍弯，无毛，顶端有喙，果瓣有稍隆起的网脉，熟时黑色，每荚有种子

4～10粒，种子肾形或菱形，种皮光滑呈黄绿色，少数为浓褐色，久贮或变质的呈暗红色，千粒重3～3.8克。常异花授粉植物（见图）。



紫 云 英

特性　种子萌发需水量为自重的1.4～1.5倍。吸水膨胀后体积为原来的2.73倍，发芽适温为15～25℃。在缺氧的稻田淤泥层内，虽吸胀而不会发芽。在日均气温8～20℃范围内，生长发育的进度随温度的升高而加速。低于8℃以下生长变慢，3℃以下时地上部停止生长。绝对温度－5～－10℃，会出现冻害，弱苗甚至冻死；壮苗可抗－17～－19℃的短暂低温，春季气温6～8℃以上恢复生长。开花结荚期的最适温度为13～20℃。喜湿润而排水良好的土壤，适宜的土壤pH是5.5～7.5，低于4.5以下或高于8.5以上，生长不良，在含盐为0.1%以下的土壤上可种植。粘壤土上幼苗期可忍受30～35%的土壤含水量，越冬期以含水量18～22%较好，旺长期以24～28%，结荚期以20～24%之间为宜。幼苗有较强的耐荫能力，不低于3 000勒克斯即能满足需要，生长期也较能耐荫，而开花结荚期则要求充足的光照。

品种类型　品种的种性因异花授粉而容易发生变异。中国在长期栽培中形成了许多地方性生态型品种。按其在湖南长沙开花期早晚，可区分为四个类型：①特早花类型。始花期3月10日左右，如广东马溪种，福建光泽种和连选1号等。特点是植株矮，茎细，分枝力弱，不抗寒，春性较强。②早花类型。始花期3月中下旬，如江西乐平种，湘肥2号等。特点是叶片较小，茎较细，干物质和含氮量则较高。③中花类型。始花期3月底至4月初。如江西余江种，湘肥3号，萍宁3号等。特点是株高茎粗及叶片均较早花型高大，产草和产种量也较高。④迟花类型。始花期在4月上旬。如大桥种，平湖大叶种，浙紫5号，茜墩种等。特点是茎粗而高，节数较多，叶宽大，但干物质和含氮量略低，产草量高而产种量常较低。

栽培要点　在良好的栽培管理下，鲜草产量常能达到7.5吨/公顷左右，种子产量750千克/公顷。秋播可在早、中稻收割后浅耕灭茬，将田面整细后播种；晚稻田均用套种，要预先开好围沟或田中央的排水沟，耘稻时要耘平田面，播前3～5天要排水晒田至见细裂缝，临播前灌水2～3厘米，即可撒播；旱地播的要浅耕灭茬，整细整平地面。种子先用盐水选种或将种子在清水中反复淘洗，以去除种子内的菌核及其它杂质，待种子晒干后在碾米机内碾两遍擦伤种皮，以利吸水，然后拌入根瘤菌剂接种，即可用来播种。播种期以进入越冬前有50～60天的生长期为限，如江苏南京为9月中下旬，广西为10月中旬。播种量用纯度95%以上，发芽率90%以上的种子为22.5～60千克/公顷，留种田为7.5～12千克/公顷。在此范围内，北部播量宜大，南部宜少。施肥可用钼酸铵浸种或拌种，施磷钾肥作基肥或苗肥，少量氮肥为起身肥；留种田可在花期喷施硼或磷。怕旱、怕涝，要及早开好排水沟，并在秋冬注意适时灌水抗旱。常见的病虫害有蚜虫 *Aphis modicaginis*、蓟马 *Franklinicolla infasa*、轮纹斑病 *Stomphylium astragli*、菌核病 *Sclerotinia trifoliorum* 等，特别在留种田要及时防治。可以和黑麦草、大麦、油菜或肥田萝卜等绿肥混播，既可以提高产草量，又有利于延长绿肥的供肥时间。

用途与价值　翻压后腐解快，适于早稻需肥要求，其氮素当季利用率为30%左右。如果在盛花期始荚期间翻压，可获得较高的产量。这期间鲜草干物率为10～13%，干物含N2.89～3.01%，$P_2O_5$0.616～0.682%，K_2O2.16～2.83%。用作饲草，以始花期至盛花期之间收刈质量较好，始花期干物含粗蛋白质25.81%，粗脂肪4.61%，粗纤维11.81%，无氮浸出物40.97%，灰分7.12%。用来喂猪，每千克干草可消化粗蛋白质为134克，喂兔的粗蛋白质与无氮浸出物的可消化率为70～80%。因此先用作饲料，比直接用作肥料有更好的经济效益。（顾荣申）

籽棉　见棉花。

自交不亲和系 (self-incompatible line)

同一植株上机能正常的雌雄两性器官和配子，因受到不亲和基因的控制，不能进行正常交配的特性称自交不亲和性。由自交不亲和株繁衍的具有稳定的自交不亲和性的后代群体称自交不亲和系。通过自交不亲和系繁制杂交种，是杂种优势利用的途径之一。用自交不亲和系与一般品系杂交或用两个自交不亲和系相互授粉可以生产杂种种子。选配杂种优势强、综合性状好的组合用于生产，可以提高产量。

历史发展　自交不亲和性广泛存在于十字花科、禾本科、豆科、茄科、菊科、蔷薇科、石蒜科、罂粟科等80余种植物中。其中尤以十字花科植物中自交不亲和性最为普遍，早在40年代至50年代，世界各国即已利用自交不亲和系从事杂种蔬菜生产，包括芸薹属的甘蓝（*Brassica oleracea* L.）、北京大白菜（*B.*

pekinensis Rupr.)和萝卜属的萝卜(*Raphanus sativa* L.)等，取得显著增产效果。日本在40年代广泛利用自交不亲和系，在大白菜生产中成效显著。中国自1972年开始在蔬菜植物中开展有关研究。1975年以后，在北京、上海、山东、陕西、河南等省市已在甘蓝、大白菜等蔬菜生产中广泛应用自交不亲和系配制的杂种蔬菜。江苏省在小白菜生产中也开始使用不亲和系配成的杂种。在大田作物方面，瑞典、英国均开展了**油菜自交不亲和系**的研究及杂种生产试验。中国自1972年以来,华中农业大学，甘肃农业大学和湖北、四川、陕西等省农业科研单位先后开展有关研究，育成一些甘蓝型油菜自交不亲和系，用以配制杂种并进行组合比较试验和生产试验，已经取得一定成效。

自交不亲和性的机制　植物中有两类自交不亲和系统。第一类称配子体自交不亲和系统(GSI)，由单倍的配子体所具有的复等位基因的单一位点或两个位点所控制。具有这些复等位基因中任何一个的个体,其花粉管在具有相同基因的花柱组织中生长缓慢，但在具有不同自交不亲和基因的花柱组织中则能正常生长,完成受精过程。第二类系统称孢子体自交不亲和系统(SSI)。这种系统的花粉和柱头的行为取决于二倍体亲本间的基因型是否相同。当花粉落到雌蕊的柱头上与柱头毛接触时，花粉外壁产生的蛋白质与柱头毛外膜(蛋白质薄膜)之间发生识别反应。如果花粉来自本自交不亲和系，柱头毛外膜会立即产生胼胝质，使花粉管只能在柱头毛上缠绕，不能伸入柱头，即表现拒绝反应。反之,如果花粉来自异基因型品种或品系,花粉能迅速伸入柱头，完成受精，即表现接受反应。

自交不亲和系育种

自交不亲和系的选育　首先进行花期**自交**，筛选具有自交不亲和性的单株，同时用蕾期授粉的办法得到种子。然后在自交不亲和植株后代群体内进行自交和兄妹交，并根据自交不亲合程度大小进行选择。自交不亲和程度大小用亲和指数表示(亲和指数=结实种子数/授粉花朵数,即自交或兄妹交平均每朵花所结种子数)。选择的取舍标准因不同作物而异,在芸薹属植物中一般在套袋自交的亲和指数小于1,兄妹交的亲和指数小于1～2时，即可认为具有自交不亲和性。如果一个自交不亲和植株的后代群体经连续套袋自交和进行兄妹交时亲和指数均小于1,不再分离，且在不同世代和不同条件下都表现一致，则该群体就是自交不亲和系。

组合选配和产量比较　自交不亲和系育成以后,通过与不同的优良自交系测交，找出强优势组合，再通过产量比较，选出熟期适当、优势强、高产、抗病的优良杂种组合，即可用于生产。这样产生的杂种称两系杂种。

制种　一般把自交不亲和系和父本自交系按1:1或2:1的比例交替种植，在隔离区内任其自由授粉,成熟后从自交不亲和系行上收获的种子就是杂种种子。如果两系都是自交不亲和系，而且正反交之间差异不大，也可以混收，免去分行收获的麻烦，也可节省人力物力，降低成本。

自交不亲和系的保持和繁殖　在蔬菜作物上，一般用蕾期授粉保持自交不亲和系。即在开花前1～2天把成熟的花蕾剥开，不去雄,立即授以本株新鲜花粉,即可得到自交不亲和系种子，下一代仍能保持自交不亲和性。但由于蕾期授粉技术要求高,所需劳力多,不适于大规模生产自交不亲和系种子。为了解决这一问题，国内外很多单位都在进行研究。一种途径是选育自交不亲和系的“保持系”和“恢复系”，即用“保持系”保持和繁殖自交不亲和系，用能使自交不亲和系结实率高(即有恢复能力的)自交系制种，这样制成的杂种称三系杂种。另一条途径是采用理化方法克服或破除自交不亲和性，如采用触电授粉,CO_2处理，SY溶液处理等，均有一定效果。但目前尚不能应用于大面积生产，有待深入研究。　（刘后利）

自交系

见玉米自交系。

综合品种(synthetic variety)

由多个符合育种目标的**玉米自交系**经组配杂交和选择而成的综合群体。有时称为综合种。

综合方法一般选用8～12个**配合力**高、其它性状优良的自交系，按双列杂交方式配成各种可能的**单交**组合，从中取等量种子混合后种到隔离区内，由此产生的后代群体，经过选择就是一个综合品种。综合品种的整齐度和产量不如**单交种**、**三交种**和**双交种**。但它是一个遗传基础较为广泛的群体，一旦育成以后，可以保持各种性状的相对稳定，因而能够连续种植若干代,不必年年制种。综合品种在生产上利用多年后，难免与其它品种杂交并发生分离,如不进行严格选择,就会混杂变劣，需要重新复制。如果用轮回选择法对综合品种进行改良，可提高它的产量水平。

综合品种适于在玉米生产分散地区以及地势复杂、气候多变的山区种植。综合品种也是选育优良自交系的基本群体材料。　（程经有）

祖德明(1905～1984)

遗传学家，河北省易县人,1929年毕业于河北大学农科，留校当助教。1930年入东京帝大农学部遗传育种数研室学习，在日本遗传学杂志上发表了“兄妹配偶之场合杂种自然固定之公式”和“韭花粉的发芽和花粉之寿命与外界条件的影响”两篇论文。1936年回国，在河北大学农科任教授。“七七”事变后，先后在晋察冀边区政府实业处和农林牧殖局任技术室主任,曾主编《抗战建设》、《农业研究》

和《自然》刊物。在战时环境中，围绕当时当地的需要与可能从事农业技术研究和推广工作，并配合坚壁清野进行了粮食埋藏试验；为边区盛产的红枣设计了因地制宜的防治枣步曲虫方法；为增加繁殖率进行了马粪孵鸡试验；为便于打游击进行了“青纱帐”设计等等。



1949年后任华北农业科学研究所副所长。1957年后任**中国农业科学院作物育种栽培研究所**副所长、所长，还兼任中国科学院遗传研究所业务副所长。1949年以来主持进行了植物无性杂交和远缘杂交遗传变异的研究，“几个茄科植物无性杂交遗传研究报告”发表后，曾在有关教课书上引用，并被中国科学院选派出席苏联米丘林诞生百周年纪念会上宣读。他在远缘杂交创造水稻新类型、性状遗传、细胞学和生物化学等基础研究以及选育新品种上，都有重要结果和新进展，并在国内外刊物上发表论文。曾任中国农学会理事兼《农业学报》、《农业科学通讯》和《苏联农业科学》编委，中国遗传学会第一届理事会副理事长，《遗传学集刊》和《遗传学报》副主编，中国科协第二届委员会委员，以及农业部科学技术委员会委员、中国农业科学院学术委员会委员等。

（陈善葆）

作物布局（components and distribution of crops）　一个地区或一个生产单位作物的构成和配置的总称。作物构成包括作物种类、品种、面积、比例等，配置是指作物在区域或用地上的分布。

作物布局决定于气候、土壤等自然条件，以及生产经济条件与社会需要、市场价格等社会经济因素。作物的生态适应性是作物布局的基本依据，在决定作物布局时必须因地因种制宜。同时，人类社会的干预也是重要的因素。因此，必须统筹考虑一个单位作物布局的较佳方案，以便达到充分合理利用资源，促使生产力不断增长。同时又保护资源，维护生态平衡，增加经济收益与提高土地效率，实现全面持续增产。

研究一个地区或单位作物布局的内容与步骤，大致是：①农作物自然生态适应性的程度，划分作物的适宜生态区；②从生态、经济条件与社会需求划出不同作物的适宜生产区，从国家或大范围角度确定作物的生产基地和商品基地；③确定较佳的作物构成比例。包括种植业在农业中的比重，粮食作物、经济作物、饲料作物的比例，主辅作物比例，禾谷类与豆类作物的比例，养地作物与用地作物的比例，商品性生产与自给性生产的比例等。

根据地理位置、气候、土壤特点及作物的生态类型，中国主要农区作物布局分六个地区类型。

东北内蒙古地区　东北大平原温和湿润，主要作物是：**玉米**、**大豆**、**春小麦**、**谷子**、**高粱**、**甜菜**。其中**高粱**、大豆、谷子产量占全国的45～50%。甜菜产量占全国1/2以上。东北三省西部以及内蒙古与长城沿线属半干旱地区，水热条件不足，作物以旱粮为主，如小麦、**糜子**、**荞麦**、**马铃薯**、谷子、玉米、高粱。经济作物有喜凉的**胡麻**、**向日葵**和**甜菜**等。

黄淮海地区　包括黄淮海平原和部分丘陵山地，属暖温带。有效灌溉面积在平原约占一半。作物以小麦、玉米、大豆、**棉花**、花生、**芝麻**、**烟草**为主，是中国重要商品粮、棉、油产区，水稻主要分布于徐淮地区和沿黄灌区。

西北地区　属半干旱地区的黄土高原，主要作物是小麦、谷子、糜子、玉米、高粱、马铃薯、胡麻等，产量低而不稳。属灌溉农区的河套、河西走廊、银川、新疆灌区，以小麦玉米水稻为主，经济作物有棉花、向日葵、胡麻等。青藏高原多喜凉作物，以**青稞**为主，其次为小麦、**油菜**、**豌豆**、马铃薯、荞麦等。

长江中下游区　是中国农业的精华地区。气候温暖湿润，属于亚热带。主要作物是水稻，占该区粮食总产量的3/4。其次是麦类、棉、麻、油菜、桑、**甘蔗**。多一年二熟或三熟。

西南区　山地丘陵高原占面积的95%。水稻、小麦、玉米和**甘薯**是该地区的四大粮食作物。经济作物有油菜、棉花、烟叶、甘蔗、柑桔等。

华南区　地处南亚热带与热带，粮食作物以水稻为主，甘薯、玉米为辅，经济作物有甘蔗、花生、桑、茶、亚热带与热带水果等。海南省、滇南、台南则多**橡胶**、**剑麻**、**油棕**等热带作物。

参考书目

中国农业科学院中国种植业区划编写组：《中国种植业区划》，农业出版社，北京，1984。

（刘巽浩　牟正国）

作物产量（crop yield）　作物在单位土地面积上所收获的有经济价值的主要产品重量（一般以公顷产千克数计算），即经济产量。广义的产量指生物产量。如谷类作物、豆类作物、油料作物的子实，根茎类作物的块根、块茎；棉花的籽棉、皮棉；麻类作物的麻皮或纤维；甘蔗的茎秆；烟草的叶子；饲料及绿肥作物的地上部鲜茎叶。其他生产部分都是副产品。即使同一种作物，也由于栽培的目的不同，其产量的实质也有所不同。如玉米当作为粮食作物生产时，它的产量指的是籽粒，但当作为青饲或青贮作物栽培时，它的全部地上部分都可计算在产量范围内。又如亚麻，既有以收获子实为主的油用亚麻，也有以收获麻皮为主的纤维用亚麻，还有把两者兼收并蓄的兼用亚麻。

作物产量的高低，既取决于作物的单株或个体产量的大小，又取决于作物群体产量的高低。因为一般作物生产，都是指在某一单位土地面积上的群体生产。20世纪50年代苏联学者A.A.尼奇波罗维奇(Ничипорович，1954，1956)曾提出生物产量(biological yield即作物的全部地上部干重，根茎类作物包括地下部主要根茎的干重)和经济产量(economic yield 即有主要经济价值部分的干重)的概念，在两者的关系上，有一个经济系数(一般用K来表示)，但经济系数是一个相对值，单纯经济系数高的，经济产量不一定高，只有在生物产量高时，经济系数又高的，经济产量的绝对值才高，具体公式如下：

$$经济系数(K)=\frac{经济产量(Y_e)}{生物产量(Y_b)}$$

上列公式，用经济系数的大小来说明，由生物产量形成经济产量过程中的效率高低。由于原公式用的是干物重，但在实际上一般是用风干重，尚含有9～14%的水分。其后，60年代 C. M. 唐纳德(Donald，1962，1963)又提出了收获指数(harvest index，HI)的论点，就其推论的内容和含义来说，基本上和前者相同。

经济系数或收获指数的大小，不只因作物类型和品种而异，也因栽培技术水平及气候条件和地力条件不同而各有出入。一般情况下谷类作物约在0.30～0.45，高者可达0.50，豆类作物约在0.20～0.30，高者可达0.40。根茎类作物约在0.60～0.75，高者可达0.80左右。籽棉一般在0.30～0.40左右，烟草约0.50，饲料和绿肥作物可达到1.00，即百分之百是有经济价值的收获物。

作物产量的形成，除作物或品种的固有遗传特性外，既有气候条件和土壤条件的影响，也有栽培措施的作用，这三者中如果有任何一方面不相适应，都可构成限制产量的因素。同时，产量的高低也随时代的进展而有所发展和提高。但在作物本身的生长发育过程中，产量也是由某些因素逐步构成的，这叫做作物产量的构成因素(crop yield component)。这种研究分析方法，是20世纪20年代作物育种工作者 F. L. 恩格尔多夫(Engledow)和S. M. 沃德姆(Wadham)1923年提出的，并作为分析产量构成因素的方法来研究作物形成产量的关系。

所谓作物产量构成因素，即如禾谷类作物在某一单位土地面积上的产量高低，主要取决于单位土地面积上的平均有效穗数，每穗平均实粒数以及每粒的平均粒重(通常以千粒重或百粒重来代表，再除以粒数来计算的)乘积，公式如下：

$$\text{作物产量}=\text{单位土地面积上的平均有效穗数}\times\text{每穗平均实粒数}\times\text{平均粒重}$$

即在该类作物中，是以穗数、穗粒数、粒重为主要研究分析对象。当然，也可以根据不同类型的作物补加某些相应的细目。如水稻，就可以用“每穗平均颖花数×结实率”来代表每穗平均粒数。但禾谷类作物都离不开某一单位土地面积上的穗数、穗粒数、粒重三者。事实上，这也就是禾谷类作物构成产量的三大因素。

根据具体情况，现把某些作物的产量构成因素列下：

禾谷类作物	穗数、穗粒数、粒重
豆类作物	株数、株有效荚数、荚粒数、粒重
根茎类作物	株数、株根茎数、根茎重
棉花	株数、株有效铃数、铃重（籽棉重）、衣分(皮棉重)
油菜	株数、株有效荚角数、荚角粒数、粒重
甘蔗	茎数、茎重(含糖率)
饲草、绿肥作物	株数、株重

（郑丕尧）

《作物科学》(*Crop Science*)　英文，美国作物学会(Crop Science Society of America)会刊，创始于1961年。内容为各种作物的育种、遗传、细胞学、统计学、生理、生态、生产与利用等方面的研究论文。双月刊，每年6期一卷，每卷约1 000页，大16开本，在美国麦迪逊(Madison)印行。

（卜慕华）

《作物品种资源》(*Crop Genetic Resources*)　由中国农业科学院作物品种资源研究所与中国作物学会遗传资源研究委员会共同主办。报道中国作物种质资源研究成果和理论方法，交流经验，提高作物种质资源研究工作水平，包括对各种作物育成品种、地方品种、一些重要的育种品系和遗传材料以及作物的近缘野生植物的研究。主要栏目有：资源概述、研究报告、资源考察、资源鉴定、种质保存、国外资源研究与引种、各地名特优稀资源、研究方法等，还有中国和国外品种资源开发利用的信息。

1982年8月创刊，为季刊。1986年以前限国内发行，1987年改为公开发行，每期附有英文目录。

（马光宙）

作物生殖器官(reproductive organs of crop plant)　通过有性过程增殖个体、繁衍后代的器官。包括花、果实和种子。

花　形态、结构和发育过程与作物的籽粒或果实产量形成密切相关。一朵典型的花是由花托、花被和花蕊组成。花被包括由萼片组成的花萼和由花瓣组成的花冠。花蕊包括由花药和花丝组成的雄蕊，以及由

柱头、花柱和子房组成的雌蕊。这些部分又称花器。花药可产生花粉。子房含有胚珠。多数作物的雄蕊常有定数，**棉花**、**黄麻**等作物雄蕊数目多、无定数。双子叶作物花的基数一般为5，而十字花科为4，禾本科为3。萼片和花瓣数目一般等于花基数。雄蕊数目等于花基数或二倍于花基数或多数。一般作物的花中只有一枚雌蕊，但毛茛科作物的花中有多枚雌蕊。组成雌蕊的心皮数目一般与花基数一致。

花序　多朵花按照一定的排列方式着生在花柄上。花序的总花柄也称花序轴。有的花序具苞片。单独着生花柄顶端的单生花不在此例。花序分有限花序和无限花序两种类型。

无限花序　花朵都是由花序轴上的腋芽发育而成，越早开的花越靠近轴基部，而越晚开的花越靠近轴的顶端，随着花序轴的延长，有不断形成新花的趋势。轴的顶芽最终也变成一朵花，这时花序轴不再延长。①总状花序：花序轴很长，轴上的花柄长度相等，顶端着生花朵，自下而上开花。如油菜、黄麻、大豆、花生、蚕豆、豌豆等作物的花序。②穗状花序：无花柄，花直接着生在花序轴上。由小穗组成的称复穗状花序，如小麦、大麦等作物。小穗中有多朵小花排列在小穗轴上。可育小穗数和小花数决定了穗粒数，是构成产量的要素之一。有芒品种的芒着生在小花的外稃顶端，具有光合作用和蒸腾作用等功能。③肉穗花序（佛焰花序）：花序轴肥厚，着生无柄花，整个花序被大的苞片（佛焰苞）所包围，如药用作物天南星、半夏的花序，以及玉米的雌穗。④伞形花序：花序轴顶端丛生花柄等长的小花，开花顺序由四周趋向中央，如葱、韭菜等作物。⑤头状花序：花序轴顶端扁平，呈盘状或头状，着生多数舌状或管状花。如向日葵、菊花等。⑥圆锥花序：即复总状花序，花序轴的每个分支都是一个总状花序，如水稻、高粱的花序和玉米的雄穗。

有限花序　也称聚伞花序。花序轴顶端先开花，其后四周陆续开花。芝麻为二歧聚伞花序，蓖麻为杯状聚伞花序，薄荷为轮伞花序，均属有限花序。

花序的分化和退化，主要由作物发育特性和生态条件以及栽培技术所决定。生产上，一般需在有效花芽分化期结束以前，促进花芽分化，在有效花芽分化期以后，控制无效花芽的分化，防止花芽退化和脱落，促进有效花芽发育、开花和结实。

花的种类　根据结构的完整程度与退化程度分为完全花、单被花和无被花；根据花蕊的完整、缺失和退化情况分为两性花、单性花和无性花；根据传粉媒介分为虫媒花和风媒花。

完全花的结构完整。花瓣完全分离的花为离瓣花，如十字花科和豆科作物的花；萼片完全分离的花为离萼花，如多数作物的花。花瓣连合或部分连合的花为合瓣花，如烟草、茼麻、向日葵等作物，分别具有漏斗状花冠、钟状花冠、管状和舌状花冠等；萼片部分连合的花为合萼花，如豆科作物、棉花、烟草等作物的花。花器在花托上呈不同轮次的分布，从外周开始依次向心着生苞片、花萼、花冠、雄蕊和雌蕊。一种花器一般只有一轮，但水稻、荞麦、油菜、豆科作物的雄蕊分为两轮。雄蕊一般分离，也有的连合成单体雄蕊（如棉花、红麻的雄蕊管）、二体雄蕊（如大豆、花生、蚕豆）或多体雄蕊（如蓖麻）。雌蕊分为单雌蕊、单子房、单室（如豆科作物，含一至多枚胚珠），复雌蕊、复子房、单室（如禾本科作物、**荞麦**、**大麻**、**苎麻**、**向日葵**、**甜菜**等，含1枚胚珠），复雌蕊、复子房、多室（如**棉花**、**红麻**、**黄麻**、**亚麻**、**芝麻**、**蓖麻**、**烟草**等，含多个胚珠）这几种类型。

单被花无花冠，如荞麦、大麻、苎麻、蓖麻和甜菜的花。

无被花的花萼和花冠都退化。一般农作物中尚无典型的无被花。禾本科作物的1枚内稃和2枚浆片是退化的花被。

两性花的同一朵花中，既有雌蕊又有雄蕊。大多数作物的花属于两性花。

单性花的同一朵花中只有雌蕊或只有雄蕊，也称雌雄异花。雌花和雄花在同一植株上称雌雄同株，如玉米、苎麻、薏苡等作物的花。雌花和雄花在同一作物的不同植株上称雌雄异株，如大麻的花。在雌雄异花作物中，有的花原基始终不分化雌蕊，而形成雄花，或不分化雄蕊只形成雌花。有的花原基初期分化雌蕊和雄蕊，但后期雌蕊退化形成雄花或雄蕊退化形成雌花。

无性花的雌、雄蕊全部退化，如向日葵的舌状花。

虫媒花以昆虫为传粉媒介，有色泽鲜艳的花冠和蜜腺，如油菜、棉花、豆科作物的花。

风媒花以风力为传粉媒介，无鲜艳的花冠和蜜腺，也无香气，如禾本科作物的花。

（曹大铭　曹广才）

果实　被子植物的生殖器官之一。由果皮和种子两大部分组成。果皮由子房壁发育而成，分为外果皮、中果皮和内果皮。种子由胚珠发育而成。单性结实的果实为无子果实，也可利用三倍体植物或用激素处理产生。

单果　只有一枚雌蕊的花所形成的果实，单心皮或多心皮。如花生、荞麦、红麻。

浆果　也称多汁果或肉果。成熟时肥厚多汁。如马铃薯、番茄的果实。

干果　果皮干燥的单果。成熟时果皮开裂的叫裂果。如蚕豆、大豆；果皮不开裂的叫闭果，如苎麻、向日葵。常见的干果有如下类型。①颖果。果皮和种皮不易分离的闭果，内含一粒种子。稻、小麦、玉米、高

粱等禾本科作物的果实均为颖果，但在生产上习惯地称为"种子"或"籽粒"。小麦、黑麦、玉米等果实成熟时与颖壳分离；稻、粟、皮大麦和皮燕麦等，在成熟时颖壳包住果实。②瘦果：由两个或两个以上心皮组成一室子房的闭果，内含一粒种子，果皮与种皮易于分离，种皮膜状。如荞麦、向日葵、苎麻。③小坚果：由两个心皮构成一室子房、卵形、有棱的闭果。果皮坚硬，表面有龟纹，灰色、灰白色、灰绿色或褐色，内含一粒种子。如大麻。④荚果。由一个心皮组成子房的裂果。豆科作物的果实均为荚果。种子着生在心皮纵向的内缝线上，成熟时，荚壳卷曲，内外缝线同时裂开，将种子散出；但花生的荚果在地下形成，成熟时不开裂。荚果的大小、形态和构造差异很大，如田菁的荚果瘦长，蕉麻的荚果短粗，刀豆的荚果坚硬如刀，紫苜蓿和黄苜蓿的荚果呈螺旋状。⑤角果。由两个心皮组成，具假隔膜的裂果。心皮边缘合生处后生的薄膜为假隔膜，将子房隔成两室。有果柄和果尖，成熟后，果皮从两个腹缝线自下而上裂成两片而脱落，种子附着在假隔膜的两面。十字花科作物的果实均为角果。因果形不同，又可分为长角果和短角果。⑥蒴果。由2～5个心皮组成一室或多室子房，每室中含多粒种子的裂果，成熟时果皮以不同方式开裂。棉花的蒴果称"棉铃"。甘薯的果实也属于蒴果。

复果　也称多花果或花序果，是由整个花序发育成的果实。如甜菜等果实。　　　　（何嵩山）

种子　种子植物特有的繁殖器官，由胚珠发育而成。通过种子，可以保持亲本固有的遗传特性，繁衍后代。

种子是由种皮、胚和胚乳组成。如稻、麦、玉米等作物的种子；豆科作物的种子，发育过程中胚乳被子叶吸收，胚由胚芽、胚轴、胚根和子叶组成，萌发后长成新的植株。种子中有两片子叶的作物称双子叶作物，如棉花、大豆；种子中有一片子叶的作物称单子叶作物，如禾本科作物。种子的形状、大小、色泽及成分因作物种类和品种而异，并受环境的影响，可作为识别作物与品种的依据之一。谷类作物和食用豆类作物的种子，富含碳水化合物和一定含量的蛋白质。油料作物的种子，如花生、油菜籽、油用亚麻等，富含脂肪，是主要的植物油来源。棉纤维是棉花种子的表皮毛，是人类重要的植物纤维资源。

（李文雄）

作物试验设计 (experimental design of farm crops)

在作物试验中，确定试验处理和布置试验小区的原理和方法，要求能估计出试验误差，并使误差估计为无偏与最小的，从而可以较精确地评定处理效应。一般试验设计包括四个内容：根据试验目的，选用一组试验处理进行比较；确定试验用的试验单位或小区，以便布置试验处理；布置试验处理的法则；确定每个试验单位或小区应测量或记录的项目。由于作物试验多在田间进行，因此这类设计又称田间试验设计。

简史　科学的作物试验设计是20世纪以后的事。20世纪早期作物试验是无重复的，采用大区相邻排列，每区安置一个处理，进行相互比较，因为当时还没有试验误差的概念。1846～1847年J．B．劳斯 (Lawes) 和J．H．吉尔伯特(Gilbert) 在英国罗瑟姆斯特 (Rothamsted)试验场进行试验时，将大区从纵向裂为两半，这是历史上最早的田间试验重复区。1909年A．D．霍尔(Hall)和T．B．伍德(Wood)发现田间试验中植物和土壤变异的影响很重要，倡议必须估计试验误差并给出了估计方法。1910年伍德和F．T．M．斯特拉顿 (Straton) 认为土壤、作物等均有巨大变异性，出现抽样误差，建议用多个小区（1平方码或0.8361平方米）进行试验以测定产量。1911年W．B．默塞尔 (Mercer) 和霍尔将1英亩小麦分为500个小区收割，发现小区产量呈**正态分布**，并从比较中得出试验小区面积以不大于1/40英亩或0.010公顷为合适。在美国，1907～1909年L．H．史密斯(Smith)研究美国玉米品种试验时指出，田间试验的主要而难以控制的变数是土壤变异性。这些研究为田间试验设计和小区技术的建立奠定了基础。在这期间统计学的应用起了重要作用。如1908年斯图特(Student, W. S. Gosset的笔名）采用平均数或差来比较两个品种的产量差异，这是农业试验的一个里程碑。他在论文里给出了t的抽样分布，并证明田间试验结果属于小样本性质，其总体方差可近似地加以估计，并用t测验比较品种间差异显著性。以后在沃明斯特(Warminster) 由E．S．比文 (Beaven) 设计了著名的有重复的半条区方法用于品种比较试验。1919年在罗瑟姆斯特试验场R．A．费希尔 (Fisher) 始创"方差分析法"，并应用于比较品种等试验，特别适用于小区试验。1926年费希尔以及1930年费希尔和J．威沙特 (Wishart) 提出两种最常用的试验设计：随机区组和拉丁方设计，并阐明了试验设计的重复原理，这是近代试验设计的另一个里程碑。以后根据费希尔这个原理，不断产生各类新的试验设计，主要包括：1933年F．耶茨 (Yates)提出的重复试验中的混杂原理，则用不完全区组的排列方式；1935年他又提出的复因子试验的混杂方案；1936～1937年提出的多品种试验的格子设计和分析方法。1937～1939年W．G．科克伦 (Cochran) 提出的田间长期试验设计，1945年后D．J．芬尼 (Finney) 提出的复因子试验设计的部分重复方法以及裂区混杂设计等等。1949年耶茨又提出农业轮作的试验设计。至此，作物试验设计已发展成为试验统计学的一门分支学科。

20世纪50年代以后在试验统计学中引进了模型建

立并将其应用，这是一个新的发展。这是讨论所得资料如何用以建立模型以及如何利用这些模型的内容，如回归设计分析、反应面方法等。反应面回归设计是研究如何在因子空间中选择适当的试验点，使之能快速建立一个有效的多项式模型，从而解决最优化问题，其内容有一次、二次回归的正交设计，回归的旋转设计以及回归的 D- 最优设计等等。这些反应面方法设计发源于化学工业的试验研究，20世纪60年代以来逐步引进到复因子的作物试验中。

原理　近代田间试验的特点在于注意试验设计与统计分析的密切联系。为了取得这两个方面的结合，田间试验需注重三个基本原理：重复、随机排列和局部控制。同时应用**方差分析**，使试验误差得到无偏的估计，并降低到最低程度，从而提高了试验精确度。田间试验最大困难之一在于试验地土壤肥力的变异，这种困难在理论上可用重复原理加以克服。重复的目的是估计误差和减少误差。要完全达到这一目的，有两个必需条件：试验小区的“随机排列”，以实现无偏地估计试验误差；试验地土壤变异的“局部控制”，以降低试验误差到最小限度。这三个原理与两个目的的关系见图1。

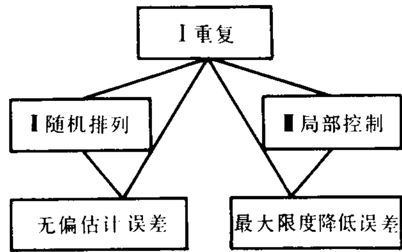


图 1　田间试验三个基本原理的关系

重复最重要的目的是估计误差，但这种估计是否无偏，不夸大或低估，则要求试验小区随机排列。重复试验所提供的误差估计是根据处理相同的各小区的相差数值。如果在布置试验小区时，使每一对处理相同的小区的位置不比任何一对处理不同的小区较近或较远，这样所估计的误差才是无偏的。随机排列就是为了获得无偏的误差估计。已往设计中倡用的顺序排列在理论上的缺点，就是估计误差时会出现过低或过高的结果，不能真实地反映试验应有的偶然误差。顺序排列的另一缺点是使各处理相互比较时其精确度并不相等，这是指排列距离较近的两处理间的真正差异不易显著，而位于较远距离的两处理间的非真正差异反倒容易出现显著的趋向。顺序排列的第三个缺点是不符合统计学上估计误差的原理，因各处理系按顺序方式排列，每一小区数值不是独立的随机样本，由此估计的误差难以达到正确程度。重复的另一目的为降低误差。从统计学上已知平均数比之个体观察值为可靠，这从下式可知：$\delta^2_{\bar{x}} = \delta^2/n$，即平均数的方差与样本的重复数n成反比。所以重复数增多，试验精确度将随之增高。在田间试验上，由于土壤有变异，需增加重复小区，但随之而来的是增大了试验田面积，因而增大了土壤变异度，这样就会相应地增大误差估计。为克服这个困难，可将试验地划分为若干个区组，每一区组按供试的处理数再划分相同数目的小区，随机地再把各处理布置在同一区组内相邻的小区上。由于不同处理是排列在土壤较为一致的小区上，而且仅仅从区组内的差异来估计误差，所以增加重复并不会增大误差的估计。这种设置区组的方法称为“局部控制”。近代所有试验设计都是以“局部控制”原理为基础而发展起来的。

试验设计的种类　近代试验设计的种类按顺序排列与随机排列可分为两大类别。根据试验处理的多寡，区组设立是否形成重复，随机方法完全与否以及控制土壤变异的方向是单向或多向等等，又可分为若干类型。列表于下，并加以简要说明：

主要作物试验设计分类

排列方式		区组	控制方向	单因子试验设计	复因子试验设计（交叉与巢式）
顺序排列		完全	不加控制	对比 间比 杆行试验	对比 间比
随机排列	不分区组	完全	完全随机	完全随机	完全随机
	分区组	完全	局部控制 单向	随机区组	随机区组
			双向	拉丁方 交叉式	拉丁方
			三向	重叠拉丁方	
		不完全	局部控制 单向	平衡不完全区组 部分平衡不完全区组； 格子 平衡格子 部分平衡格子	混杂 混杂主区效应、裂区、再裂区、条区 混杂互作效应 几个重复 一个重复 部分混杂 部分重复
			双向	格子方 尤顿方	拟拉丁方
		完全或正交不完全	局部控制 单向		反应面方法 一次回归 二次回归 回归旋转 回归最优

顺序排列设计　包括对比设计和间比设计。对比设计的特点是每一供试品种均直接排列于对照区旁边，即每隔两个供试品种设一对照区。间比设计指每两个对照区之间排列相同数目的品种，一般安排 4 或 9 个品种。杆行试验则采用这两种排列设计进行。

杆行试验，这个育种程序于1925年引入中国，曾风行一时。所谓杆行指每品系种一行，行长1杆（$16\frac{1}{2}$英尺等于5.0292米）。自花授粉作物育种中，首先分离纯系，种植穗行或株行。然后逐年对入选品系依次进行2杆行、5杆行、10杆行和高级试验等比较试验。所谓2杆行、5杆行、10杆行是指重复2次、5次和10次。上述杆行试验采用间比设计进行，开始时因品系多，仅设2次重复，以后逐年淘汰，留下为数较少的优良品系，可以依次增加重复。高级试验因品系数更少，则采用3行区按对比设计进行，重复10次。杆行试验的分析采用洛夫法（由H. H. Love倡导）。中国育种界在20～30年代普遍采用这一试验程序，40年代后改用一般顺序排列和随机排列设计。

随机排列设计　一般分为两类：一类于排列前不分区组，即打乱重复完全随机排列，如完全随机设计。另一类于排列前分为区组，在区组内随机排列，这属局部随机设计。后一类又可分为完全区组和不完全区组设计，前者指一个区组包括全部试验处理，相当于一个重复；后者指一个区组仅包含有一个重复的部分试验处理。完全区组设计包括有随机区组设计、拉丁方设计、交叉式设计、重叠拉丁方设计等几种类型。不完全区组设计也有许多类型，因试验要求和排列方法而异，一般可分为裂区设计、混杂设计和平衡不完全区组设计三大类型。

裂区设计　分主区和副区，将主区分裂为若干个副区，属混杂主区处理的设计，以增加副区效应和互作的精确度。特别适用于主区处理需较大面积的小区，如耕作、肥料试验等。现以5种主处理、2种副处理和3次重复的设计为例示意如图 2 。

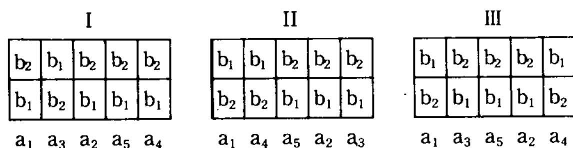


图 2　三个重复的裂区设计

（主处理 a 有 5 种，副处理 b 有 2 种）

条区设计　适用于两个因子处理，均要求有较大面积的试验。将横向几个长条区组安置一个因子处理，另在纵向几个长条区组安置另一个因子处理，两个因子的处理组合都成为正角地分布于一个重复内。这类设计须估计三个误差，特别适用于互作精确度居很重要地位的试验。

混杂设计　特别适用于复因子试验。设计原理是牺牲一部分不重要的高级互作或主效，从而增加重要部分效应的精确度。普遍应用的有2^n、3^n和4^n类型设计，每一区组处理数目则为2^r、3^r和4^r（$r<n$），n为因子数，r则为每区组处理数的（$n-1$）或（$n-2$）等等。如处理数较多时可仅用 1 个重复。一般分为部分混杂设计与全部混杂设计两类。

格子设计　应用混杂原理于单因子试验的一种设计，特别适用于多品种试验，品种数即p^2从36～196，p指不完全区组内的品种数，等于6…14。这类设计有简单的（仅X和Y组）、三组的（X、Y、Z组）、立方式（指p^3）和矩形式（指$p\times q$），另有平衡格子设计。

部分重复设计　用于因子较多而每因子的水平又较多的复因子试验。设计仅采用1/2、1/3或1/4个重复。

平衡不完全区组设计　这类设计要求各对处理在同一个不完全区组内出现的次数相等，从而使各个处理间的相互比较均获得相等的精确度。另外有部分平衡不完全区组设计，上述简单的、三组的格子设计均属之。现举出 9 个处理分配于每区组 3 个试验单位的平衡不完全区组设计，如图 3 。

区组	重复I	区组	重复II	区组	重复III	区组	重复IV
（1）	1 2 3	（4）	1 4 7	（7）	1 8 6	（10）	1 5 9
（2）	4 5 6	（5）	2 5 8	（8）	4 2 9	（11）	7 2 6
（3）	7 8 9	（6）	3 6 9	（9）	7 5 3	（12）	4 8 3

图 3　9 个处理12个区组的平衡不完全区组设计

反应面回归设计　这类设计始创于 50 年代初期，统计分析称反应面方法（RSM），用以研究几个自变数x影响一个因变数y的结果，而y则称为反应，其目的在于探索这个反应如何达到最优效果。例如，探求其产品在温度（x_1）与压力（x_2）下，达到最高产量的程序，那么，其反应y就可作为两个自变数的函数，即：

$$y=f(x_1,\ x_2)+\epsilon$$

ϵ 为随机误差。如果以预期反应 $E(y)=\eta$ 表示，则可绘出一个x和y为轴的平面以表示$y=f(x_1,\ x_2)$，这就称为反应面。一般自变数与反应的关系模型并不知道，所以必须探索一个f的适当近似式。一般采用低级多项式回归模型，如一次回归模型，则：

$$y=\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\cdots+\beta_kx_k+\epsilon$$

也可以采用二级或高级多项式模型。以往研究工作者仅采用一次一个变数的试验，反应面方法则将试验设计、数据处理与回归方程的精确度统一起来加以考虑，即根据目的和分析来选择试验点，从而取得最大量的信息，而又可减少试验次数。反应面设计包括有一次回归模型设计、二次回归模型设计、回归的旋转设计以及回归的最优设计等等。

参考书目

马育华：《试验统计》，农业出版社，北京，1982。

Box, G. E. P., W. G. Hunter and J. S. Hunter, *Stati-*

stics for Experimenters, John Wiley & Sons. New York, 1978. （马育华）

《作物学报》(*Acta Agronomica Sinica*)

《作物学报》是由中国作物学会主办、中国农业科学院作物育种栽培研究所编辑、科学出版社出版的有关农作物的学术性刊物、双月刊，80页，16开本。

她的前身可追溯到1950年华北农业科学研究所出版的《中国农业研究》及1956年出版的《农业学报》，自1961年更名为《作物学报》，10年内乱时停刊，1978年复刊，现已出版至16卷。

学报刊载农作物遗传、育种、生理生化、生态、耕作栽培、种质资源、谷物化学、贮藏加工、生物数学、生物工程等与作物有关的带理论性的学术研究论文，最新科技方法与成果以及研究简报等。国内、外公开发行，为沟通中国与世界作物科学界学术交流的重要渠道之一。

《作物学报》现任编委有49人，主编为**庄巧生**，副主编为**李竞雄**、郑丕尧、杨作民、郭平仲。 （谢毓男）

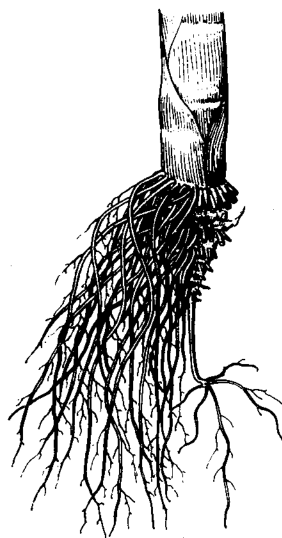
作物营养器官 (vegetative organs of crop plant)

作物本身所具有吸收、输导、制造、贮藏营养物质和水的组织结构。包括根、茎、叶及其相应的变态器官。在形态、结构上各有特点，分布的位置不同，生理机能也不同。根的主要功能是固定植株，吸收水分和营养物质，同时也可贮藏以及合成某些有机物质。茎的输导组织与根、叶的输导组织相通，主要功能是运输水分、无机盐类和有机营养物质至植株体内各部，也能贮藏营养物质和水分，并有支撑功能。叶是作物进行光合作用的主要器官。这些器官还具有无性繁殖的功能。

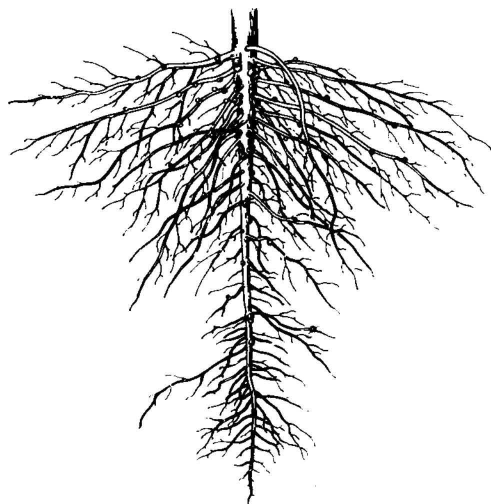
（袁祖培）

根 按其着生部位、发生先后、形态及功能，可将根分为①初生根：种子萌发后由种胚内长出的根。双子叶作物初生根只有一条，是由胚根发育而成，垂直下扎，形成主根。有些单子叶作物初生根也只有一条，如稻、粟等。另一些单子叶作物种子萌发后，先长出一条胚根，称初生胚根，之后又从胚的其他节位长出数条根，称次生胚根，如麦类、玉米等。因为它们都是在种子萌发后第一批长出的根，故统称初生根。又称种子根。②次生根：双子叶作物主根长到一定程度时发生的侧根或分枝根，禾本科作物幼苗长到一定时期后，在基部茎节上长出的根称为次生根或节根。次生根一般发生于节间的上、下部位，但以下位根为多。这些根发生于茎节附近，而且由下而上按节位顺序有规律地发生，层次分明，所以又称节根。有些作物地上茎节也能发根，如高粱、玉米等。因为这些根长在空气中，所以又叫做气生根，穿入土中后有支持作物的作用，因而又称为支柱根，也属于次生根。③不定根：由茎、叶等处随时发生没有固定位置的根。如甘薯的茎、豆科作物的胚轴和匍匐枝上所形成的根都是不定根。植物学把禾本科作物的节根也叫做不定根。④块根：有些作物的根在生长过程中逐步膨大，内含大量薄壁细胞，贮藏大量养分，肥大多汁，形如块状。如甘薯、凉薯等。

一株作物地下部分根的总体称为根系，根据其形态和生长特性可分为两类（见图1）。①直根系：以主根为中心形成的根系。双子叶作物胚根出生后垂直下扎，由于形成层的活动进行次生生长，使根增粗，主根发达。主根上可产生大量分枝根，按分枝根发生的位置和顺序，可分为一级支根、二级支根和三级支根，有的作物可达五级六级支根。②须根系：有些作物的根无次生生长，不能增粗，所有根的粗细大体相似，其状如须，称为须根系。禾本科作物均为须根系，大量的根是基部茎节上长出的次生根，次生根又产生多级分枝根，例如一株玉米可以产生50～100条次生根（一级根），分枝可以发生到五级，如果将全部根都连接起来总长度可达1 000～2 000米。



玉米（须根系）



大豆（直根系）

图 1 根的类型

（王树安 王经武）

茎　茎因生长习性的不同，可以划分为①直立茎：大多数农作物的茎属于直立茎如稻、麦、棉花、油菜、麻类等；②匍匐茎：如甘薯的茎蔓；③攀缘茎：如豌豆的茎；④缠绕茎：如豇豆的茎。多数作物茎是圆柱形，这种形状最适宜于担负支撑、输导和贮藏的功能。芝麻、蚕豆等的茎呈方形。马铃薯的茎表面有棱。有些作物的茎发生变态，呈短而粗的块茎，如马铃薯；呈根状的地下茎，如苎麻。茎的颜色和有无茸毛，随种或品种而异。

茎由节和节间组成。茎上着生叶的部位叫节；相邻两个节之间的部分，叫做节间。禾本科作物非常明显，如稻、麦、玉米、高粱、甘蔗等。一般双子叶作物的节只是在叶柄着生处略为突起，表面没有特殊的结构。节与节间的数目因作物种类和品种不同而异。双子叶作物的节和节间较多，如黄麻一般有40～50节，茎较粗壮，机械组织发达，一般不容易发生倒伏。禾本科作物节数较少，如水稻一般有10～17节。同一作物因品种不同，节数也有差异，矮秆、早熟的品种节数较少；高秆、晚熟的品种节数较多。作物的茎节生叶，叶腋中一般着生一个芽，双子叶作物的腋芽可发育成为分枝；禾谷类作物地下部或近地面密集的茎节，称为**分蘖**节，分蘖节上的腋芽形成的分枝称为分蘖。

双子叶作物的茎主要是靠顶端分生组织的细胞不断进行分裂、伸长而逐渐长高，使节数增加。节间伸长，称为顶端生长。禾谷类作物的长高，主要是靠每个节间基部的居间分生组织的细胞进行分裂和伸长，使每个节间伸长，称为居间生长。当基部节间进行居间生长，即开始伸长时，称为**拔节**。抽穗时由于几个节间同时进行居间生长，使茎的伸长特别迅速。

双子叶作物的株高，是从子叶节或第一片展开叶的叶柄基部到茎顶端的高度；禾谷类作物的株高，是从植株基部（靠近表土处）至株丛最高点的平均高度。有些作物没有明显的株高，只能测量其茎蔓的长度，称为茎长，如甘薯的匍匐茎和豌豆的攀缘茎等。

不同种类农作物茎的高矮、粗细、坚硬度有很大的差别，同一种作物，由于栽培季节、水肥条件、光线强弱等的影响，也有一定的差异。而茎的形态结构也与经济产量有着密切联系。例如甘蔗、麻类等利用其茎部的作物，往往有效茎多而较高较粗时，单位面积蔗糖或纤维的产量也较高。　　　　（刘振刚）

叶　根据其来源和着生部位的不同可分为子叶和真叶。子叶是胚的组成部分之一，由受精卵分化而来，着生在胚轴上。双子叶作物有子叶两片，细胞内含有丰富的营养物质，供种子发芽和幼苗生长之用。单子叶作物有一片子叶形成包被胚芽的胚芽鞘，另有一片子叶，形如盾状，称为盾片。在种子发芽和幼苗生长时起消化、吸收、运输养分的作用。豆类作物在出苗时子叶能否出土取决于下胚轴的延伸能力。大豆、菜豆、绿豆在种子发芽时，下胚轴延伸能力强，故子叶均能出土，而豌豆则下胚轴延伸能力弱，故子叶不出土；花生则视播种深浅，子叶可出土，也可能不出土，称为半出土作物。

真叶起源于茎尖周围的叶原基，着生在主茎或分枝的各节上。真叶的组成因作物种类不同而异（图2）。大多数双子叶作物的叶是由叶片、叶柄和托叶三部分组成，称为完全叶，如棉花、大豆、花生、豌豆等；但有些双子叶作物的叶却缺少上述一部分或两部分，称为不完全叶，如甘薯、油菜的叶缺托叶，烟草的叶缺叶柄等。禾谷类作物的叶一般包括叶片、叶鞘、叶耳和叶舌四个部分。具叶片和叶鞘的为完全叶，只具叶鞘而不具叶片的为不完全叶，如水稻的第一片叶即鞘叶。叶耳、叶舌的特征常作为区分植物属、种的依据之一，如小麦的叶耳小有毛，大麦的叶耳大无毛，而燕麦无叶耳。又如稗不具叶耳和叶舌，可与水稻秧苗明显区别开来。

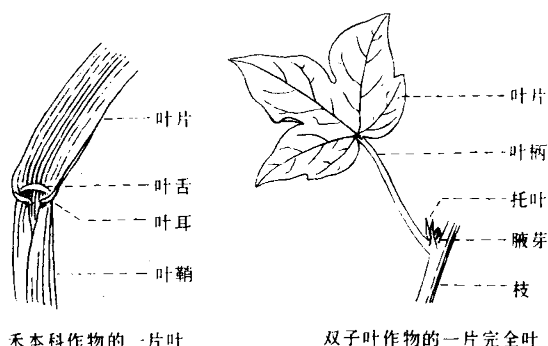


图 2　叶的组成

农作物的叶根据在同一叶柄上着生的叶片数又可分为单叶和复叶。一个叶柄上只生一片叶，不论是完整的或者是分裂的都称单叶，如棉花、甘薯的叶，禾谷类作物的叶也属单叶。一个叶柄上着生两个以上完

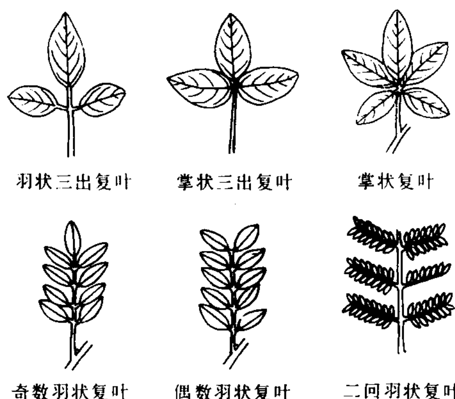


图 3　复叶的种类

全独立的小叶片，称复叶，如花生、大豆、苕子等。复叶又可分为三出复叶，如大豆；掌状复叶，如大麻；羽状复叶，如花生、紫云英等（图3）

在作物生育过程中，叶的各个组成部分都起着重要作用。叶片的叶肉内含有大量的叶绿体，表皮上分布有许多气孔，是植株进行光合作用、呼吸作用、蒸腾作用的主要器官。叶柄主要起输导和支持作用，保证茎叶之间的物质交流，并承受叶片的重量使之伸展在能充分接受阳光的位置。禾谷类作物的叶鞘不仅对茎秆起保护和支撑作用，也能进行光合作用，并是贮藏和输导养料的重要器官，托叶除对幼叶起保护作用外，有些作物的托叶如豌豆也能进行光合作用。叶耳和叶舌的功能主要是防止雨水、尘埃和昆虫侵入叶鞘与茎之间，以利茎、叶正常生长。

叶不仅是植物行使多种生理活动的器官，而且也是某些栽培作物的直接产品。例如烟叶是卷烟工业的重要原料。又如剑麻、番麻和蕉麻等热带作物，是利用其叶片和叶鞘的维管束纤维。（刘承柳）

作物育种（crop breeding） 运用**遗传变异**规律，通过改造作物的遗传素质和群体的遗传结构，选育出符合人类需要的优良**新品种**。又称作品种改良。

作物的产量提高和品质改良，都离不开作物本身遗传性的改进，各项技术措施也都要通过所种植的品种才能发挥作用。因此，选育和推广优良品种，是农业增产的重要措施。在农业科学研究领域，作物育种工作始终处于重要地位。现代作物育种，已发展成为涉及遗传、育种、栽培、病理、昆虫、生物统计、生理生化、农业气象等学科领域，要由各有关方面通力合作进行的一项科学事业。

发展简史 自从人类栽培野生植物以来，年复一年地在**收获**时从喜欢的植株上采种，这样做促使了一些性状变化，产生了一系列品种。但是，这种育种实践带有凭经验的性质。作物育种从19世纪下半叶到20世纪初，逐步形成为现代科学的一个分支，进入有计划、有意识的科学育种阶段。首先要提及的是英国学者达尔文。他根据大量的人工选择的实践结果以及许多学者在生物科学研究中积累的资料，总结提出"进化理论"（1859），即自然选择和人工选择学说。他在第一部名著《物种起源》中指出，变异性、遗传性和自然选择，是生物界得以进化的三个因素。随后在《动物和植物在家养下的变异》（1868）、《植物界异花受精和自花受精的效果》（1876）等著作中收集了许多动、植物试验观察的事例，具体地说明了变异性、遗传性和选择在生物界进化过程中的作用，阐述了植物界异花受精在进化中的意义。这些著作为科学育种奠定了理论基础。与此同时，奥地利的孟德尔于1856～1863年从事豌豆试验，1866年发表了《植物杂交的试验》一文，提出了杂交后代中遗传因子的显性定律、分离定律和独立分配定律。但是，这项重要的科学发现未被当时学者们所重视，至1900年**孟德尔定律**才被重新发现，为杂交育种提供了理论指导。1903年丹麦的约翰逊建立纯系学说，为选择育种提供了科学依据。1909年美国G. H. 舒尔(Shull)提出玉米**自交**衰退和**杂种优势**的概念，奠定了异花授粉作物选育自交系、推广各类杂交种的基础。1928年L. J. 斯坦利(Stanler)证实X射线对玉米等作物的诱变效应；1926年日本木原均等提出小麦染色体组和同源、异源多倍体概念；Blakslee等（1937）用秋水仙素诱导植物染色体加倍成功，成为开展诱变育种和倍性育种的开端。Sears（1954）第一个建立小麦非整倍体系统，他和Riley等（1958）又发现由基因控制的染色体配对机理，对导入外源有利基因提供了手段。R. A. 费希尔 (Fisher) 等早在20世纪20年代初，开创了数理统计应用于作物育种的研究领域，对提高育种效率、发展选择理论起到重要作用。随着育种理论研究的深入和育种方法的丰富，作物育种逐步发展成为有理论指导的一门应用科学。

中国育种工作成就 中国有关作物育种的记载最早见于《尚书序》，其中有3 000年前周公以唐叔所采作物植株单独种植获得"嘉禾"的记载。《诗经》（公元前770～前476年）中有"黍稷重穋"句，说明当时已知作物品种有早熟（穋）、晚熟（重）之别。公元前126年汉代张骞从西域引进多种新作物。《氾胜之书》（公元前32～37年）和《齐民要术》（533～534年）中有穗选混合留种的记载。《授时通考》（1742年）中记载有500个粟和3 400个稻品种。

现代育种的理论和技术，是20世纪30年代从欧美传入中国的。这一时期的育种工作主要由中央大学、金陵大学、中山大学三校的农学院以及后来成立的中央农业实验所、全国稻麦改进所、中央棉产改进所等机构主持。1926年，**丁颖**在广州犀牛尾发现野生稻，当年收得与当地栽培稻的自然杂交种，经数年选育，育成中山1号水稻品种，这是中国第一个用杂交育成的水稻良种。1926年**赵连芳**用剪颖法去雄进行了杂交试验，这是中国最早进行水稻人工杂交试验的报道。**沈宗瀚**自1933年开始进行小麦杂交育种工作；到40年代，沈骊英育成一批骊英号的小麦品种，这是最早利用杂交方法育成并推广的成功事例。**金善宝**于1934年发表《近代玉米育种法》的文章，最早向国内介绍玉米杂种优势理论及自交系杂交育种的方法。并在30年代后期从引自意大利的小麦品种中选出中大2419（后改名为南大2419）等品种。**冯泽芳**于1935年主持棉花选种试验，从引进的美棉中选出斯字棉为黄河流域推广品种，德字棉为长江流域推广品种。**王绶**在1923年即开始大豆的遗传育种研究，并最早编辑出版了《中国作物育种学》（1936）和《实用生物统计法》（1937年），为这两学科

的形成与发展作出了贡献。

中华人民共和国成立以后，各级农业科研单位、高等农业院校和其他部门的一些研究机构，采取多种途径，广泛开展了各种农作物的新品种选育工作。据中国农业科学院科技情报研究所普查统计，1949～1979年全国共育成并用于生产的粮棉油等25种大田作物品种2 729个，其中推广面积在7万公顷以上的品种有265个。80年代又育成各类作物新品种300多个。这些优良品种在生产上发挥了巨大作用。1956年广东省揭阳县农民洪群英等从"南特号"中系统选育出"矮脚南特"品种，随后广东省农业科学院**黄耀祥**等人育成"广陆矮"、"珍珠矮"等一批矮秆高产水稻品种，接着各地也相继育成一批具有不同熟期和特点的矮秆优良品种，对提高水稻单产起了决定性作用。70年代初，**袁隆平**等发现并利用雄性败育野生稻，成功地实现了"三系"配套，使中国在世界上首先把杂交水稻用于大面积生产。在小麦方面，西北农学院**赵洪璋**于40、50和60年代，先后育成碧蚂1号、碧蚂4号、6028、丰产3号；北京农业大学**蔡旭**于50和60年代育成农大183、农大139，以及**中国农业科学院作物育种栽培研究所庄巧生**于50和60年代育成的北京10号、北京8号等品种。这些推广后使小麦单产大幅度提高。各种主要作物在全国范围内已先后进行多次品种更换，有效地促进了农作物生产的发展。

育种方案的制定 在育种工作开始之前，应先从策略上考虑，制定出明确的育种方案，包括育种目标、使用材料以及育种方法等。

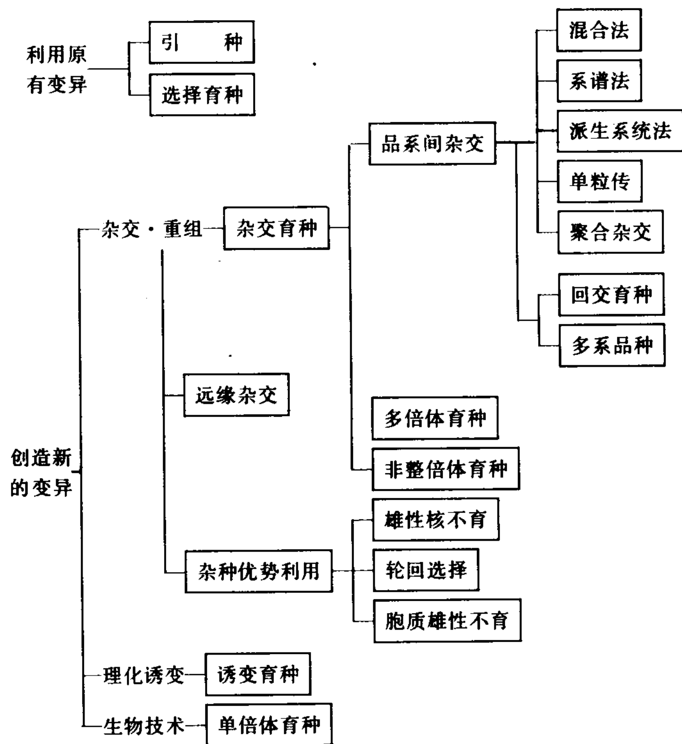
育种目标 应从国民经济发展的全局出发，充分考虑市场需要、生产水平、存在问题、发展前景以及当地的自然条件、栽培历史和作物品种工作基础，制定出切合实际的育种目标。根据目标要求的不同，为了集中力量突出重点，可把育种方案划分为：**抗病育种**、**抗虫育种**、**抗逆育种**、**早熟育种**、**矮化育种**、株型育种、**品质育种**等。

选用育种材料 应该先有广泛搜集和研究鉴定种质材料的基础。选材要有所侧重，任何情况下都要首先考虑适应当地条件的地方品种，并重视具有优良特性的推广品种以及外来种质。

育种途径和方法 根据具体作物的繁殖方式、特点、育种目标、材料、环境条件和育种发展阶段而定。在稻麦等自花授粉的作物中，一般常采用品种间杂交育种方法；在异花授粉作物中，如玉米则多采用**杂种优势**利用的途径。某一作物在开始育种工作阶段，可以应用**引种**和选择。但工作发展到高级阶段，需要进一步提高时，则需探求新的育种途径。例如瑞典因冬季严寒，外来小麦品种大多不能适应当地严酷条件，所以采用以当地材料为轮回亲本的回交聚合方法来从事小麦育种。

育种工作环节 作物育种工作的核心是创造变异和利用变异，选育出具有优良性状的新品种（见图）。具体包括：种质资源发掘与利用、优良基因重组与选择和育种成品的评价与测试等三个主要环节。

种质资源发掘与利用 要选育出具有多方面综合



育种途径示意图

优良性状的品种，需要广泛的遗传基础。首先是直接利用自然群体中原有的变异，这就需要广泛搜集、鉴定和筛选种质资源；其次是利用杂交、诱变等手段，扩大变异范围和人工创造新的种质（见**种质资源**）。

优良基因重组与选择 应用最广的手段是通过杂交，通过两个遗传性不同的个体之间进行有性杂交，从而有目的地把亲本品种的优良基因加以重组，结合在杂种后代里。一般是纯合固定与选择同时进行或先后进行，一次杂交、多次杂交或杂交与选择交互进行等不同方式，从而形成系谱法、混合法等多种方法。亦有只进行杂交，不经过分离（如杂种优势利用）或只经过一次分离即行固定为纯合品系（单倍体育种）的育种途径。选择是处理育种后代材料的重要方法。早期选择多凭感官鉴定，随着科学技术的进步，性状鉴定的技术也日益专化和深化，往往需要借助于特殊的方法和仪器设备。如抗病性、抗虫性、抗逆性和品质鉴定等（见**抗病性鉴定**、**抗虫性鉴定**、**抗寒性鉴定**、**耐湿性鉴定**、**抗盐碱性鉴定**和**品质鉴定**）都有长足进步，大大

提高了选择的可靠性。

育种成品的评价与测试 一个经过纯合化固定的当选新品系、新品种，要经过认真的评价与测试，才准许推广用于生产。首先是要进行2～3年的产量比较试验，并在大田生产条件下考察其丰产性和适应能力，以及研究其相应的栽培技术，做到良种良法配套；其后要经过区域试验和良种审定登记。品种区域试验，实质上包括品种区域适应性鉴定试验和生产试验两个部分，前者是育种工作不可缺少的环节，后者是在大面积生产条件下对品种的测试。作物良种审定工作，是以连续进行2～3年的品种区域试验和生产试验的结果为依据，真正做到公正、客观的评价和取舍（见**比较试验**、**区域试验**、**生产试验和品种审定**）。

展望 人类开始栽培植物已有七八千年，而科学的育种工作不过百年。百年期间从只能利用自然变异到有目的地组合变异、诱发及创造变异，使**作物育种**成为一门人工进化的科学。在育种的科学实践中，方法、技术不断革新，人的认识也不断提高，作物育种工作在农业生产上发挥了巨大作用。但是，传统的育种方法有很大的局限性，杂交育种不能逾越种间的障碍，不可能对作物性状进行彻底的改造，而且育种周期长，通常培育一个杂交品种，要花费几年、十几年时间。因此，传统育种已不能适应当前农业发展的需要。

近十多年来，随着分子生物学和分子遗传学的深入研究，产生了一门崭新的科学技术——生物工程技术。其中与改良农作物直接相关的，是包括基因重组技术、细胞融合技术、细胞培养技术在内的遗传工程。在这方面已开始从基础研究进入实用阶段。许多科学家认为，同一类型植物间的基因转移技术，有可能在近期内取得重大突破；进行不同类型植物间的基因转移技术，也可能到20世纪末取得重大突破。目前研究的重点，是加强农作物对病、虫、真菌和线虫的抗性，提高作物抗病虫、抗旱、抗盐碱的能力，以及改进品质、增加作物本身固氮能力等基因工程研究。采用遗传工程技术，相当一部分工作是在实验室内进行，还可以大大缩短改良品种所需时间。大量事实表明，采用生物技术，同时发挥各种育种手段的长处，取长补短，综合利用，展示了按人类需要选育作物新品种的美好前景。

参考书目

北京农业大学等编：《植物遗传育种》(第二版)，科学出版社，北京，1988年。

沈学年编：《作物育种学汎论》，当代出版社，北京，1948。

（张树榛）

《作物育种之原理与实施》(*The Principle and Practice of Crop Breeding*) 作物育种学家汤文通编著，是台湾大学1967年出版的大学用书。全书约100万字，分32章，第一至二十二章属育种通论部分。依次为：绪论、作物育种史略、作物繁殖法与育种、变异与育种、引种与驯化、纯系选种与混合选种、杂交育种、谱系法与混合法、回交育种、杂种优势、遗传率之意义及其估算方法、轮回选种法与多边杂交法、全互交法、选种理论、抗病育种、抗虫育种、多元体与育种、非整体分析与染色体置换、作物不稳性与育种、放射能与育种、田间试验之措施、田间试验法；第二十三至三十一章则依次分别论述**甘蔗**、**甘薯**、**水稻**、**小麦**、**烟草**、**大豆**、**棉花**、玉蜀黍、**饲料作物育种**；第三十二章为**良种繁殖**与推广。书中反映了台湾省的作物育种成就与进展情况。

（吴兆苏）

《作物杂志》(*Crops*) **中国作物学会**和**中国农业科学院作物育种栽培研究所**合办的有关作物科学的中级刊物。创刊于1985年1月，国内外公开发行，其内容除报道以大田作物为主的种植业科学的新成果、新技术、新的学术观点外，还报道与农作物有密切关系的养殖业和各种加工业方面的内容。其宗旨兼顾普及与提高两个方面，及时介绍全国各地区审定的新品种、新种质；宣传能够提高农民经济效益的新技术。该刊设有“综述”、“耕作栽培”、“遗传育种”、“实验技术”、“加工贮藏”、“多种经营”、“学术讨论”、“大家谈”、“科技和品种信息”等栏目。

季刊，每期40页，16开本；编委49人，主编卜慕华。

（吴 华）

作物栽培学 (principle of crop production) 研究作物**生长发育**规律、产量构成因素及其与环境条件相适应的调控途径，以其理论和技术来指导获得作物高产、稳产、优质、低耗、高效的一门应用科学。作物栽培学的主要内容是：各种作物的生物学基础和具体的栽培技术措施。其中涉及到共性的有作物栽培学总论、通论或概论，涉及到个性的有食用作物栽培学、经济作物栽培学、饲料绿肥作物栽培学、药用作物栽培学、热带作物栽培学以及具体到某一作物的栽培学。

研究目的和对象 目的在于提高作物产品的数量和质量、降低生产成本、提高劳动生产率，增加经济效益。即实现**农作物**高产、稳产、优质、低耗和高效。

研究对象是各种农作物，因应用器官部位的不同，如**啤酒花**的花、稻麦的颖果、豆类的种子、**甘薯**的块根、**甘蔗**的茎秆、**烟草**的叶片，因而它们的栽培技术也各有特点。因此，应在研究不同作物全面性状及其生长发育规律的基础上，重点探索产量构成因素的形成规律及其相应的技术措施。但是，任何作物的生长发育都和生态因素有密切联系，因而还必须摸清环境

条件的某些规律性变化，然后才能利用人为的栽培技术措施，促进或控制某些相应的部位或器官，从而充分发挥作物的生产潜力，获得预期的产量和品质。

形成和发展　作物栽培学是在长期积累作物栽培经验的基础上发展起来的，以传统经验为基础，并逐步渗入现代科学理论的一门学科。从19世纪末以来，在国际上陆续总结出某些带规律性的农业生产或作物生产上的理论，并在某种程度上指导和促进了作物栽培的生产实践。因而，在作物—环境条件—栽培技术措施的关系上逐步深入和发展，形成这门学科。

作物栽培学是一门既古老而又年轻的科学，它几乎是和人类从事农业生产活动同时起步的。中国从事作物栽培即种植业，由来已久，据考古发掘的实物推测，约有七八千年的历史。依文字记载，多数认为有四五千年以上的历史。早在前汉时期的《氾胜之书》和北魏时期的《齐民要术》中均有详细论述，至今尚具有一定的理论意义和指导生产的价值。然而学科体系的建立只有半个世纪的历史。随着人类历史的发展，不但作物学本身逐步发展成为一门科学，并且在作物学的基础上，逐步衍生发展出来作物栽培学、作物育种学、作物营养学、作物生态学、作物生理学、作物病理学、作物害虫学等独立学科。在国际上，西欧及美洲、非洲等一些国家是以作物学为主，而东欧各国包括苏联在内，则以作物栽培学这一学科取代了作物学。中国是在20世纪50年代上半期才正式设置了作物栽培学这一学科，并在1958年编写和出版了我国第一本作物栽培学通用教科书。其后，结合各个时代和地区的不同，陆续增订和改编了不同类型的作物栽培学教科书和专著。

研究方法　除研究作物适应于环境条件的单项或成套的栽培措施外，还应当在不断发展生产的情况下，同时做些深入的基础理论研究。从微观到宏观、从形态结构到生理功能、从简单的观测到数理程序的模拟等。

栽培作物或作物生产是以某一单位土地面积（亩或公顷）上的产量来计量的，而在广大土地面积上的生产又是各种矛盾的统一体，首先是作物和环境条件之间的矛盾，如温度的高低、降水量的多少及其在各季节的分布、光照长短和强弱、土壤的酸碱度及其营养成分的丰亏等，这些条件和农作物本身的要求是否适应等。其次是在单位面积上个体和群体间的矛盾，如种植密度的大小，对于群体中的个体生长发育和构成产量因素间，都有某种程度的影响。再就是作物个体本身不同器官间的矛盾，如**营养器官**和**生殖器官**既可以相互协调，又存在某种程度上的矛盾。因此，在学习和研究作物栽培学时，要有多种学科的基础知识。

随着各有关学科的发展和提高，作物栽培学也吸收和移植一些学科的内容，以丰富本学科的理论体系和技术措施内容。

参考书目

Якущкин, И. В., *Растениеводство* 1953.

李竞雄等主编，马藩之等编：《作物栽培学》(上下两册)，高等教育出版社，北京，1958。

北京农业大学等六院校合编：《作物栽培学》(上下两册)，农业出版社，北京，1961。

南京农学院等主编：《作物栽培学》(南方本，上下两册)，上海科技出版社，上海　79。

山东农学院主编：《作物栽培学》(北方本，上下两册)，农业出版社，北京，1980。

（郑丕尧　张锦熙）

作物诊断 (crop diagnosis)　对作物生育过程中形态与生理的正常和异常予以判断的方法，并根据诊断的结果，予以技术措施上的调控，从而使作物生产趋向稳产、高产和优质。

中国自古以来，就累积了丰富的作物诊断经验。如公元前1世纪，西汉的《氾胜之书》就有关于栽培五谷的各种诊断记载。在欧美各国作物诊断自19世纪以后才发展起来，如以植物营养学为基础的叶片分析。自20世纪60年代以来，中国、日本逐渐发展形成一套高产栽培综合诊断。作物诊断技术已由经验诊断发展为科学的诊断，应用更多的基础原理并采用多种诊断手段。已有X光的形态诊断、压室法的水势诊断、养分快速测定诊断、反映光合能力的气体扩散抗阻诊断、衡量植物体温的诊断、耐旱能力的遥感快速诊断等。还可运用电子计算机做成模式诊断程序。

综合诊断　作物群体在一定的生态条件下，都有一个理想的生长型。如夏威夷的甘蔗栽培诊断、日本的水稻V型施肥诊断、中国劳模陈永康栽培水稻"三黄三黑"的叶色诊断，都属于这种类型。

营养诊断　作物体内无机成分的种类和浓度与生育和产量间在一定范围内有相关关系。每种元素对作物的正常生育都有最低、最适、最高范围。在低限以下会出现某元素的缺乏症，在低限范围内，增加这一元素，生长量急增。若继续增加施量，生长无明显增长，开始进入这一阶段的施用量为其适限，超越此限再增加施量，则无效或表现有害。单一元素缺乏时，外观上常伴有明显的缺素症状，由此可做出诊断，并采取对症措施。元素之间存在拮抗作用(antogonism)和增效作用(synergism)。某元素的缺乏症，可能不是由于该元素在土壤内的欠缺，而是由于另一元素的拮抗作用，使营养失去平衡。反之，增加某元素可以促进营养平衡，发挥增效作用。

作物缺乏某种元素，常在一定叶位的叶片上表现特有的色斑变化，有时引起整片叶色变化。易于在植物体内移动的元素氮、磷、钾、镁等缺乏时，先在下位叶片出现缺乏症状。不易移动的元素缺乏时，如钙、铁、

锰、铜、锌、钼，则易在上部叶片出现缺乏症。与营养缺乏诊断同时发展的是用于施肥的诊断，其基本理论是(Leibig, 1903)的植物养分最小定律和(Mitschlish)确立的报酬递减律，由此衍生出各种关于施肥回归运算方程式。

逆境诊断 包括气象灾害、大气和水源污染、不良土壤等引起生理障碍的诊断。气象灾害原因容易明确，一般利用植物的补偿作用，采用综合措施，减轻损失。涉及多种诱因的，则根据已知受害机理，诊断危害主因。

土壤水分过多，缺氧是涝（湿）害的诱因，随之产生有毒物质（硫化氢、有机酸等）引起作物受害。在这种逆境下，作物可通过内源产生乙烯，进行适应调节。出现叶片下垂，发生不定根，组织内产生破裂间隙，暂免为害。如土壤内累积有毒物质，则在结构上产生明显的病斑及其它异常症状，可根据形态症状指标进行诊断，并采用相应的技术措施。

土壤缺水，作物体内失去水分平衡，均可成为干旱逆境。常用的指标有气孔开度、叶片卷曲系数（禾本科作物）、脯氨酸或甜菜碱累积等。

盐害症状是叶片青枯、全叶漂白、失绿成斑条等等，使蛋白质合成遭受破坏，分解过程中产生游离 NH^{+}_4 或腐胺。

参考书目

中国农业科学院江苏分院编:《陈永康水稻高产经验总结》，上海科技出版社，上海，1964

（崔继林　焦德懋）

外文字头

F测验 (F–test)　利用F分布对两个样本方差所作的统计假设测验。F值为从正态总体中随机而独立地抽取自由度分别为ν_1和ν_2的样本方差的比值，即$F=S_1^2/S_2^2$。F值的抽样分布称为F分布。F分布最初由R. A. 费希尔(Fisher)于1923年以 $Z=\ln\sqrt{F}$ 的形式提出，后经G. W. 史奈德格(Snedecor)加以简化并命名为F。F分布的概率密度函数如下：

$$f(F)=\frac{K_F^{(\nu_1-2)/2}}{(\nu_1F+\nu_2)^{(\nu_1+\nu_2)/2}}，限定：F\geqslant 0$$

式中　ν_1、ν_2分别为方差比中分子和分母的自由度；

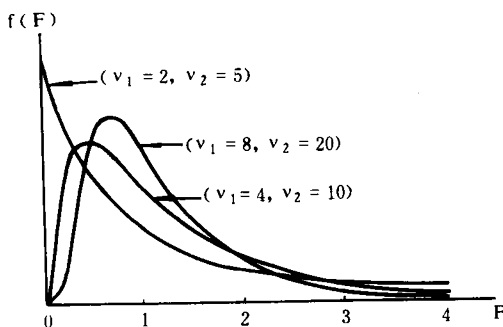
$$K=\frac{\left(\frac{\nu_1+\nu_2-2}{2}\right)!}{\left(\frac{\nu_1-2}{2}\right)!\left(\frac{\nu_2-2}{2}\right)!}(\nu_1)^{\nu1/2}(\nu_2)^{\nu2/2}$$

F分布的两个重要参数平均数和标准差如下：

$$\mu_F=\frac{\nu_2}{(\nu_2-2)}，限定：\nu_2>2$$

$$\sigma_F=\sqrt{\frac{2\nu_2^2(\nu_1+\nu_2-2)}{\nu_1(\nu_2-2)^2(\nu_2-4)}}，限定：\nu_2>4$$

F分布一般不对称，其图形如下：



三个自由度组合的F分布

F测验一般是单尾测验，F值表的概率水平也是按单尾计算的。如$F\geqslant F_{0.05}$或$F\geqslant F_{0.01}$，就可以在0.05或0.01概率水平上否定H_0而接受H_A。

两个方差同质性测验　为测验两个独立样本的方差S_1^2和S_2^2是否同质，可作$H_0:\sigma_1^2=\sigma_2^2$，$H_A:\sigma_1^2\neq\sigma_2^2$的双尾测验。求方差比F值时，以较大的方差为分子，较小的为分母。将表列F值的概率乘以2后作为测验的显著水平。例如两个玉米自交系独立样本雄穗分枝数的方差分别为25.2和14.5，n_1和n_2分别为25及27。$F=25.2/14.5=1.74$。查F值表，$\nu_1=24$，$\nu_2=26$时，单尾$F_{0.025(1)}=2.22$，亦即双尾$F_{0.05(2)}=2.22$。由于$F<F_{0.05}$，所以推断这两个样本的总体方差是同质的。

多个样本平均数的假设测验　多个样本平均数间差异的显著性可用F测验。其无效假设是各样本所属总体的平均数相等，即$H_0:\mu_1=\mu_2=\mu_3=\cdots=\mu_k$。在$H_0$下，各样本间的方差应与样本内方差同质，因此F值应与1相近，如果远大于1以至超过F_α，就否定H_0而接受H_A：μ_1，μ_2，…，μ_k中最少有两个不相等。样本间和样本内方差的算式如下：

$$样本间方差=n\sum_1^k(\bar{x}_i-\bar{x})^2/k-1$$

$$样本内方差=\sum_1^k\sum_1^n(x_{ij}-\bar{x}_{i.})^2/k(n-1)$$

式中 k、n分别代表样本数和样本容量，x_{ij}、$\bar{x}_{i.}$、$\bar{x}$分别代表第i个样本第j个观测值、第i个样本平均数和总平均数。由此可计算：

F＝样本间方差/样本内方差(或机误方差)

其自由度$\nu_1=k-1$，$\nu_2=k(n-1)$

F与t这两个统计数在数学上是有关系的，即在自由度$\nu_1=1$，$\nu_2=n$时，$F=t^2$，所以F表$\nu=1$的直行上的F值就是5%和1%显著水平的t值的平方。

(范　濂)

DNA　见脱氧核糖核酸。

t测验 (t–test)　利用t分布对单个或两个小样本统计数所作的假设测验。t分布是统计数t的抽样分布。t为从正态分布总体中随机抽取容量相等的所有可能的小样本，分别求各样本平均数$\bar{x}$与总体平均数μ的差数对各样本平均数标准误$S_{\bar{x}}$的比值。即：

$$t=\frac{\bar{x}-\mu}{S_{\bar{x}}}$$

由于小样本的$S_{\bar{x}}$常为$\sigma_{\bar{x}}$的偏低估计，且是一个变数，故t分布与正态分布不同而具有较大的离散度。

t分布是1908年由署名为“Student”的英国统计学家M. S. 戈塞特(Gosset)发现，并由英国的R. A. 费希尔(Fisher)于1926年加以完善而成的，称之为“学生氏”t分布。其概率密度函数为：

$$f(t)=C\left(1+\frac{t^2}{\nu}\right)^{-\left(\frac{\nu+1}{2}\right)}$$

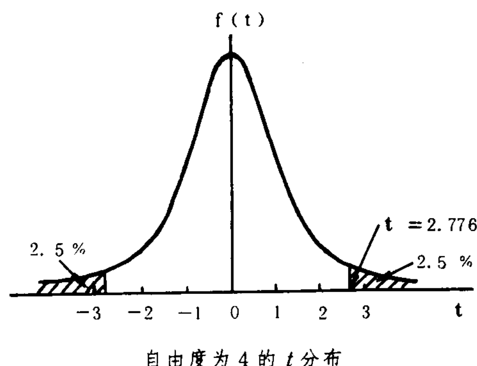
式中　$C=\frac{[(\nu-1)/2]!}{[(\nu-2)/2]!\sqrt{\pi\nu}}$；　$-\infty<t<\infty$；

$\nu=1，2，\cdots$

ν 为自由度。
t 分布的平均数和标准差为:

$$\mu_t=0 \quad (限定: \nu>1);$$
$$\sigma_t=\sqrt{\nu/(\nu-2)} \quad (限定: \nu>2)$$

以 $\nu=4$ 为例, t 分布的图形如下:



自由度为 4 的 t 分布

t 分布的特点:①每一自由度都有一条 t 分布曲线;②以 $t=0$ 为中心,两边对称;③曲线中间部分比 u 分布较陡峭,两尾略高而平,ν 越小,这种趋势越明显。ν 越大,t 分布越趋近于正态分布。

t 测验的方法,原则上与 **u 测验**相同,只是前者必须按自由度及各种常用的概率水平从 t 值表中查找对应的 t 值。测验时将小样本的平均数或平均数的差数用 $S_{\bar{x}}$ 或 $S_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}$ 换算成t值,即

$$t=[\bar{x}-\mu]/S_{\bar{x}} \text{或} t=[(\bar{x}_1-\bar{x}_2)-(\mu_1-\mu_2)]/S_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}$$

然后与一定概率水平(α)的 t 值(记作 t_α)比较,如果 $t\geqslant t_\alpha$(来自同一总体,$\mu_1=\mu_2$),就可以在 α 水平上否定 H_0 而接受 H_A。在0.05或0.01概率水平上否定 H_0 的 t 值,分别称为显著或极显著,并分别在其右上角标注上一个或两个星号。 (范 濂)

u测验 (u-test) 利用标准正态分布(u分布)对单个或两个大样本统计数所作的假设测验。也称Z测验或C测验。由于u分布的正态特性,样本统计数与总体参数的标准离差落在某一数值范围之外(或之内)的概率,可从正态曲线累积概率表查得。如双尾测验的概率水平 $\alpha=0.05$ 时,

$$P(|u|\geqslant 1.96)=0.05$$

式中 P代表概率,$|u|\geqslant 1.96$ 为否定区,$|u|<1.96$ 为接受区。在对大样本平均数作假设测验时,应先把离差转换成标准正态离差u。

单个平均数测验时,

$$u=[\bar{x}-\mu]/\sigma_{\bar{x}}$$

两个平均数测验时,

$$u=[(\bar{x}_1-\bar{x}_2)-(\mu_1-\mu_2)]/\sigma_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}$$

式中 $\bar{x}$、$\bar{x}_1$、$\bar{x}_2$ 为样本平均数,$\sigma_{\bar{x}}$ 为单个样本平均数标准误,$\sigma_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}$ 为两个样本平均数差数标准误。实际上,$\sigma_{\bar{x}}$ 值只能用 $S_{\bar{x}}=S/\sqrt{n}$ 来估计;$\sigma_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}$ 值只能用 $S_{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)}=\sqrt{S_{\bar{x}}^2+S_{\bar{x}}^2}$ 来估计。

如果 $|u|\geqslant 1.96$,便在0.05概率水平上否定 H_0 而接受 H_A。

以单个平均数假设测验为例:设某面粉厂购进一批据称容重为760克/升的小麦。该厂抽验40个样本单位,平均容重为755克/升,标准差为21.25克/升。试问这批小麦的容重是否真为760克/升。因n=40,为一大样本,其平均数的抽样分布常遵循 u 分布,故可:假设

H_0: $\mu_0=\mu$,即样本所属总体平均数确为760克/升。

H_A: $\mu_0\neq\mu$,即样本所属总体平均数并非为所称的760克/升。

显著水平 事先确定 $\alpha=0.05$

计算 $S_{\bar{x}}=S/\sqrt{n}=21.25/\sqrt{40}=3.36$

$$u=(\bar{x}-\mu)/S_{\bar{x}}=755-760/3.36=-1.49$$

推断 实得 $|u|<1.96$,位于接受区,不能否定这批小麦的平均容重为760克/升的假设,因而接受无效假设。 (范 濂)

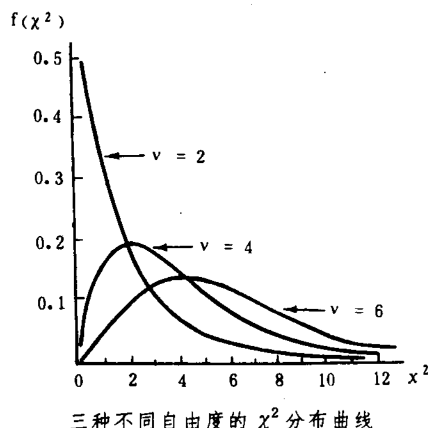
χ^2 测验 (χ^2-test) 利用 χ^2 分布对计数资料或方差所作的假设测验。χ^2 分布是从具有 μ_1 和 σ_1^2 的正态总体中随机抽出容量为n的样本,求变量 $\chi^2=\sum\limits_1^n u_i^2=\sum\limits_1^n(\frac{x_1-\mu_1}{\sigma_1})^2$ 所形成的抽样分布。其中 x_1 代表第 i 个观测值。χ^2 分布的概率密度函数为:

$$f(\chi^2)=\frac{(\chi^2)^{(\frac{\nu}{2}-1)}e^{-(\frac{\chi^2}{2})}}{[\frac{(\nu-2)}{2}]!\,2^{(\frac{\nu}{2})}},\quad 限定\chi^2>0$$

式中 ν 为自由度。χ^2 分布的平均数和标准差为:

$$\mu_{\chi^2}=\nu,\quad \sigma_{\chi^2}=\sqrt{2\nu}$$

χ^2 分布的图形如下:



三种不同自由度的 χ^2 分布曲线

χ^2 分布的特点:①每一自由度都有一条分布曲线;

②由于$\chi^2=\sum u_i^2$，所以没有负值；③χ^2分布曲线的高峰随自由度增加而逐渐右移，两侧趋向对称；当自由度接近∞时，则为**正态分布**。

各种自由度χ^2分布的右尾概率为α时，其临界χ^2值已列成χ^2值表。测验时将实验数据转算成χ^2值后与表列χ^2_α值相比较。当$\chi^2\geqslant\chi^2_\alpha$时，便在$\alpha$显著水平上否定$H_0$而接受$H_A$。

在对不同属性的计数资料进行χ^2测验时，常用近似公式：

$$\chi^2=\sum\frac{(f-f_C)^2}{f_C}$$

式中 f、f_C 分别为某一属性的观测次数和理论次数。用上式算出的χ^2值只是近似于连续性的$\chi^2=\sum u_i^2$分布。所以将算出的χ^2值与表列χ^2_α值作比较时，在概率水平上常有偏差。特别是自由度为1时，必须作连续性校正。校正的χ^2值（即χ^2_C）可按下式计算：

$$\chi^2_C=\sum\frac{(|f-f_C|-0.5)^2}{f_C}$$

χ^2测验的用途主要有三方面：

适合性测验　指测验实验结果与某种理论预期是否相符。遗传学上常用以分析杂种后代性状分离是否符合理论比例。以一对显、隐性状的分离为例，设顶芒和长芒小麦品种杂交，按孟德尔分离比例，F_2代顶芒：长芒应为3∶1。现观测F_2代155株，其中顶芒113株，长芒42株。可用χ^2测验试验结果与3∶1理论比例是否符合。测验的假设为H_0：符合3∶1，H_A：不符合。按3∶1理论比例，155株中顶芒（显性）应有155×3/4=116.25株，长芒（隐性）应有155×1/4=38.75株。代入χ^2_C公式：

$$\chi^2_C=\frac{(|113-116.25|-0.5)^2}{116.25}+\frac{(|42-38.75|-0.5)^2}{38.75}=0.260$$

此处共分两组，自由度$\nu=1$，查χ^2值表，$\chi^2_{0.05}=3.84$。$\chi^2_c<\chi^2_{0.05}$，接受H_0，顶芒与长芒的分离符合3∶1比例。

对于具有多对显、隐性状分离的适合性测验，也可仿上法进行χ^2测验，其自由度为组数减1。此外，观测数据的分布是否符合某种理论分布，也可应用χ^2作适合性测验。

独立性测验　测验两向分组的计数资料是否彼此独立而无交互作用。独立性测验也可用于n向分组的计数资料，但较为复杂。两向分组计数资料可分为2×2、2×C或R×C等类列联表。独立性测验与适合性测验的区别在于：①理论比例为未知，必须从观测次数中按无效假设加以推算；②不适用于单向分组的计算资料，而适合性测验则无此限制。以两种农药防治棉铃虫药效的2×2列联表为例：

	受虫害花蕾数	未受虫害花蕾数	总计
农药甲	31	429	460
农药乙	25	311	336
总　计	56	740	796

假设H_0：花蕾受害与否和农药种类无关（即两者相互独立），H_A：两者有关。由此，按下式计算理论次数：

$$f_C=\frac{T_r T_c}{n}$$

式中　T_r、T_c分别为列联表各观测次数所在行和列的总计次数，n为总观察次数。例如观察次数"31"的理论次数为f_C=(460)(56)/796=32.36。

列联表的自由度ν=(r−1)(c−1)，此处为(2−1)(2−1)=1。自由度为1时须作连续性矫正。

$$\text{故}\chi^2_c=\sum\frac{(|f-f_C|-0.5)^2}{f_C}=\frac{(|31-32.36|-0.5)^2}{32.36}+\cdots+\frac{(|311-312.36|-0.5)^2}{312.36}=0.058$$

$\nu=1$时，$\chi^2_{0.05}=3.84$，$\chi^2<\chi^2_{0.05}$，接受H_0。花蕾受害与否和农药种类无关，亦即两种农药药效相同。

方差同质性测验　测验多个方差是否同质。M. S. 巴雷特（Bartlett）1937年提出自由度皆为$\nu=n-1$的k个方差（S_i^2）的M/C值大致遵从自由度为$k-1$的χ^2分布。其中：

$$M=\nu(k\ln\bar{S}^2-\sum\ln S_i^2)$$

$$C=1+\frac{k+1}{3k\nu}$$

式中　$\bar{S}^2$为方差的平均数。在样本容量不等时，则：

$$M=[\sum(n_i-1)]\ln\bar{S}^2-\sum[(n_i-1)\ln S_i^2]$$

$$C=1+\frac{1}{3(k-1)}\left[\sum\frac{1}{n_i-1}-\frac{1}{\sum(n_i-1)}\right]$$

式中　$\bar{S}^2$为S_i^2的加权平均数或合并方差。方差同质性测验的假设为H_0：$\sigma_1^2=\sigma_2^2=\cdots=\sigma_k^2$，$H_A$：$\sigma_1^2$、$\sigma_2^2\cdots\sigma_k^2$不相等。如果$M/C\geqslant\chi^2_\alpha$，$k-1$，便在$\alpha$显著水平上否定$H_0$，而推断各方差不同质。例如，四个样本的方差如下：

样本	ν	S_i^2	$\ln S_i^2$
1	9	60.421	4.1013
2	9	19.431	2.9669
3	9	85.719	4.4511
4	9	26.196	3.2656
总计	36		14.7849

$$\bar{S}^2=(60.421+\cdots\cdots+26.196)/4=47.942$$

$$\chi^2=M/C=\frac{9[(4\times3.8700)-14.7849]}{1+5/108}=5.979$$

自由度$\nu=4-1=3$时，$\chi^2_{0.05}=7.81$，实得$\chi^2<\chi^2_{0.05}$，故接受H_0。这四个方差是同质的。　（范　濂）

条目汉字笔画索引

说　明

1．按条目第一个汉字的笔画顺序排列。

2．笔画数相同的字按起笔笔形一(横)、丨(竖)、丿(撇)、丶(点)、乛(折，包括亅㇆乚𡿨等笔形)的顺序排列。第一字相同的条目标题，依次按后面各字的笔画数和起笔笔形顺序排列。

3．用拉丁字母、希腊字母和阿拉伯数字开头的条目标题，按字母顺序依次排在本索引的最后部分。

一　画

一见喜　见穿心莲…… 710
一粒小麦…… 710

二　画

二环系　见玉米自交系…… 146
二项分布…… 148
二粒小麦…… 147
二棱大麦…… 146
二熟制…… 148
丁香…… 129
丁香罗勒　见罗勒…… 129
丁振麟…… 130
丁颖…… 129
人参…… 458
八角茴香…… 11
八倍体小黑麦　见小黑麦…… 11
儿茶…… 146

三　画

三七…… 464
三叶草…… 466
三交　见杂交方式…… 463
三交种…… 463
三体…… 465
三基点温度…… 463
三裂叶葛藤…… 463
干物重…… 165
工厂化育秧…… 209
土壤耕作…… 565
土壤耕作制…… 566
大叶猪屎豆…… 92
《大田作物研究》…… 92
大米草…… 91
大麦…… 81
大麦芽　见啤酒大麦…… 87
大麦育种…… 87
大麦种质资源…… 90
大麦栽培…… 89
大麦病害…… 84
大麦属分类…… 85
大豆…… 54
《大豆》…… 59
大豆引种…… 69
大豆生长调节剂…… 68
大豆生态类型…… 66
大豆生育期组…… 67
大豆光合效率…… 63
大豆光周期性…… 64
大豆虫害…… 60
大豆杂草…… 62
大豆抗虫育种…… 65
大豆抗病育种…… 65
大豆制品…… 73
大豆质量遗传…… 72
大豆育种…… 71
大豆品质…… 66
大豆种质资源…… 76
大豆结荚习性…… 64
大豆栽培…… 62
大豆根外追肥…… 62
大豆根瘤…… 60
大豆根瘤固氮…… 61
大豆病害…… 59
大豆营养与施肥…… 70
大豆落花落荚…… 66
大豆数量遗传…… 68
大豆翻秋…… 60
大豆灌溉…… 62
大青叶　见菘蓝…… 91
大青豆…… 91
大结豆…… 78
大黄…… 77
大麻…… 78
大麻虫害…… 80
大麻沤麻　见汇麻…… 80
大麻种质资源…… 81
大麻病害…… 79
大麻栽培…… 80
大黍…… 91
大翼豆…… 92
山茱萸…… 470
山药　见薯蓣…… 469
山菠菜…… 468
山野豌豆…… 469
山黧豆…… 468
川贝母…… 46
川牛膝…… 46
川乌　见乌头…… 47
川芎…… 47
广木香　见云木香…… 216
广藿香…… 215
小麦…… 610
小麦气象灾害…… 635
小麦叶龄促控法…… 644
小麦收获…… 640
小麦早熟育种…… 645
小麦虫害…… 621
小麦抗白粉病育种…… 624
小麦抗赤霉病育种…… 625
小麦抗锈育种…… 626

小麦非整倍体…………………… 622
小麦制粉………………………… 646
小麦品质………………………… 629
小麦品质育种…………………… 633
小麦显性核不育………………… 643
小麦种子休眠…………………… 650
小麦种子后熟…………………… 650
小麦种质资源…………………… 648
小麦施肥………………………… 639
小麦亲缘植物…………………… 636
小麦病害………………………… 618
小麦属分类……………………… 641
小麦矮化育种…………………… 616
小麦播种………………………… 620
小麦穗发芽　见小麦种子
　后熟…………………………… 643
小麦灌溉………………………… 623
小豆……………………………… 605
小苗带土移栽…………………… 650
小扁豆…………………………… 604
小葵子…………………………… 609
小黑豆…………………………… 606
小黑麦…………………………… 606
小糠草…………………………… 609
马合烟　见黄花烟……………… 340
马齿玉米　见玉米类型………… 340
马育华…………………………… 354
马铃薯…………………………… 340
马铃薯分类……………………… 346
马铃薯虫害……………………… 345
马铃薯休眠……………………… 349
马铃薯良种繁育………………… 348
马铃薯贮藏……………………… 353
马铃薯的次生…………………… 345
马铃薯育种……………………… 349
马铃薯种质资源………………… 353
马铃薯退化……………………… 348
马铃薯栽培……………………… 351
《马铃薯栽培技术》……………… 352
马铃薯病害……………………… 343
马盖麻…………………………… 340
子棉　见棉花…………………… 889

四　画

王金陵…………………………… 572
王绶……………………………… 572
天花粉　见栝楼………………… 545
天麻……………………………… 545
元胡　见延胡索………………… 785
无土育秧………………………… 576
无芒雀麦………………………… 575
无偏估计………………………… 576
无融合生殖……………………… 576
云木香…………………………… 790
云南小麦………………………… 791
木瓜　见贴梗木瓜……………… 407
木豆……………………………… 406
木原均…………………………… 409
木薯……………………………… 407
五味子…………………………… 578
太子参…………………………… 538
区间估计………………………… 451
区域试验………………………… 452
瓦维洛夫 H. И. ………………… 569
瓦维洛夫小麦…………………… 569
日本农作物研究机构…………… 461
《日本作物学会纪事》…………… 461
中央农业实验所………………… 860
中华稻作学会…………………… 859
《中国大豆育种与栽培》………… 824
中国大豆品种分类……………… 824
《中国大豆品种志》……………… 824
《中国小麦品种及其系谱》……… 850
《中国小麦品种志》……………… 850
中国小麦种植区划……………… 851
《中国小麦栽培学》……………… 850
中国小麦著名品种……………… 854
中国马铃薯区划………………… 832
中国水稻主要优良品种………… 843
中国水稻研究所………………… 843
《中国水稻栽培学》……………… 843
《中国玉米栽培学》……………… 857
《中国甘蔗栽培学》……………… 829
中国甘薯种植区………………… 827
《中国甘薯栽培学》……………… 827
中国出版的农作物期刊………… 823
中国名晒烟……………………… 836
中国农业科学院作物育种
　栽培研究所…………………… 840
中国农业科学院作物品种
　资源研究所…………………… 840
中国农业科学院油料作物
　研究所………………………… 839
中国农业科学院特产研究
　所……………………………… 839
中国农业科学院烟草研究
　所……………………………… 839
中国农业科学院甜菜研究
　所……………………………… 839
中国农业科学院麻类研究
　所……………………………… 838
中国农业科学院棉花研究
　所……………………………… 839
中国农作物种植史……………… 840
中国花生区划…………………… 830
《中国花生栽培学》……………… 831
中国医学科学院药用植物
　资源开发研究所……………… 856
中国作物学会…………………… 859
《中国谷子品种志》……………… 829
《中国谷子栽培学》……………… 829
《中国油菜栽培》………………… 856
中国种植业区划………………… 857
《中国香料植物栽培与加
　工》…………………………… 850
《中国烟草栽培学》……………… 856
《中国绿肥》……………………… 831
中国绿肥区划…………………… 831
中国甜菜种植区………………… 848
《中国甜菜栽培学》……………… 848
《中国高粱栽培学》……………… 829
中国棉区………………………… 834
中国棉花学会…………………… 834
《中国棉花栽培学》……………… 834
中国稻作区……………………… 824
《中国稻作学》…………………… 827
中耕……………………………… 823
中稻　见水稻季节生态型……… 823
牛尾草…………………………… 419
牛膝　见怀牛膝………………… 419
毛叶苕子………………………… 363
毛地黄　见毛花洋地黄………… 361
毛豆……………………………… 361
毛花洋地黄……………………… 362
毛花雀稗………………………… 361
毛蔓豆…………………………… 362
化学杀雄………………………… 250
化学诱变育种…………………… 251
化学调控………………………… 251
爪哇白豆蔻……………………… 804
分支式试验设计………………… 157
分蘖……………………………… 156
丹皮　见牡丹…………………… 99
丹参……………………………… 99

风蚀地栽培……………………158
乌头……………………574
乌拉尔图小麦……………………574
乌豇豆……………………574
六倍体小黑麦　见小黑麦……322
方差分析……………………152
引种……………………720
巴西橡胶……………………5
巴拉草……………………5
巴戟天……………………10
少耕……………………472
水飞蓟……………………511
水田三熟制……………………515
水田土壤耕作……………………516
水田耕作制……………………514
水生鹬草……………………514
水花生……………………513
水旱轮作……………………512
水直播……………………517
水育秧……………………517
水浇地耕作制……………………514
水浮莲……………………512
水葫芦……………………513
水稻……………………501
水稻三黄三黑……………………508
水稻土……………………510
水稻旱种……………………507
水稻季节生态型……………………508
水稻育种……………………510
水稻施肥……………………509
水稻矮化育种……………………507
双交　见杂交方式……………………500
双交种……………………500
双粒黍……………………500
双季稻……………………500

五　画

玉竹……………………783
玉米……………………756
玉米不育化制种……………………762
玉米收获……………………776
玉米加工……………………766
玉米虫害……………………763
玉米自交系……………………782
玉米杂交种选育……………………780
玉米间作……………………767
玉米抗病育种……………………768
玉米轮回选择……………………770
玉米的工业利用……………………764
玉米品种……………………772
玉米种子生产……………………781
玉米施肥……………………776
玉米恢复系……………………765
玉米类型……………………769
玉米起源……………………773
玉米套作……………………777
玉米配合力测定……………………772
玉米病害……………………760
玉米涝害……………………768
玉米移栽……………………780
玉米雄花不育……………………777
玉米遗传学……………………778
玉米隔离区……………………764
玉米群体改良……………………775
玉米灌溉……………………765
正交试验设计……………………809
正态分布……………………810
甘草……………………165
甘蓝型油菜……………………166
甘蔗……………………178
甘蔗虫害……………………184
甘蔗收获……………………186
甘蔗良种加速繁殖……………………185
甘蔗育种……………………186
甘蔗种质资源……………………190
甘蔗测产……………………183
甘蔗栽培制度……………………189
甘蔗病害……………………182
甘蔗综合利用……………………191
甘薯……………………166
甘薯不亲和性　见甘薯育种……………………170
甘薯芽变　见甘薯育种……172
甘薯虫害……………………170
甘薯良种繁育……………………172
甘薯贮藏……………………177
甘薯育苗……………………172
甘薯育种……………………173
甘薯种质资源……………………176
甘薯栽培……………………175
甘薯高温愈合处理　见甘薯贮藏……………………172
甘薯病害……………………169
甘薯诱导开花　见甘薯育种……………………172
甘薯翻蔓……………………171
世界各国大豆栽培区化……483
节水栽培……………………282
古柯……………………211
龙生型花生……………………323
龙舌兰杂种第 11648 号……322
平贝母……………………438
平均数……………………438
平均数假设测验……………………439
可拉……………………301
可可……………………300
打顶抹叉……………………54
东方小麦……………………131
东北细辛……………………130
轧花……………………666
北沙参　见珊瑚菜……………………19
卢守耕……………………324
叶用甜菜……………………709
叶纤维……………………709
叶面积指数……………………709
叶龄……………………708
田七　见三七……………………550
《田间试验之设计与分析》……549
田间试验机具……………………546
田间管理……………………546
田埂豆……………………546
田菁……………………549
四化一供……………………518
四自一辅……………………519
四棱豆……………………518
生长分析法……………………478
生长发育……………………476
生长发育特性鉴定……………………477
生长曲线……………………479
生产试验……………………475
生态型……………………475
生态适应性……………………475
生育期……………………476
生殖生长……………………480
禾根豆……………………226
代换系……………………93
白三叶……………………13
白木耳　见银耳……………………13
白术……………………14
白芍　见芍药……………………14
白肋烟……………………13
白芷……………………15
白花灰叶豆……………………12
白花曼陀罗……………………12

白菜型油菜…………………… 12
瓜蒌　见栝楼…………………… 212
冬大豆…………………… 132
冬小麦　见小麦…………………… 132
冬月种谷法…………………… 133
冬水田…………………… 132
冬花生…………………… 132
冬油菜…………………… 132
冬烟…………………… 132
冬薯…………………… 132
皮大麦　见大麦…………………… 433
皮棉　见轧花…………………… 433
印度农作物研究机构…………………… 722
印度豇豆…………………… 722
印度圆粒小麦…………………… 722
玄参…………………… 659
玄胡　见延胡索…………………… 659
半夏…………………… 17
半同胞交配…………………… 16
半数体育种　见单倍体育
　种…………………… 16
半野生大麦…………………… 17
宁夏枸杞…………………… 418
冯泽芳…………………… 158
冯吉西杜姆小麦　见提莫
　菲维小麦…………………… 158
尼古丁…………………… 415
《加拿大植物科学期刊》…………………… 271
加速世代…………………… 271
发芽…………………… 149
台南棉麻试验分所…………………… 538
台湾省农业试验所…………………… 538
台湾糖业研究所…………………… 538
辽细辛　见东北细辛…………………… 318

六　画

老芒麦…………………… 306
芍药…………………… 471
芝麻…………………… 811
芝麻虫害…………………… 814
芝麻育种…………………… 815
芝麻油…………………… 815
芝麻的分类…………………… 814
芝麻的种植制度…………………… 815
芝麻种质资源…………………… 817
芝麻栽培…………………… 816
芝麻病害…………………… 813
芝麻渍害…………………… 817
亚洲棉…………………… 666
亚麻…………………… 663
亚麻虫害…………………… 663
亚麻纤维…………………… 664
亚麻种质资源…………………… 665
亚麻栽培…………………… 665
亚麻病害…………………… 663
亚麻温水沤麻…………………… 664
地三叶…………………… 125
地骨皮　见宁夏枸杞…………………… 124
地瓜儿苗…………………… 124
地黄　见怀庆地黄…………………… 124
地毯草…………………… 126
地膜覆盖…………………… 124
地膜覆盖植棉…………………… 125
西非竹竽…………………… 579
西洋参…………………… 579
西藏半野生小麦…………………… 580
再生高粱…………………… 801
再生稻…………………… 801
机械插秧…………………… 270
协方差分析…………………… 651
有稃玉米　见玉米类型…………………… 753
列氏金鸡纳树…………………… 319
列当…………………… 319
灰叶剑麻…………………… 265
百脉根…………………… 16
成熟…………………… 43
成数假设测验…………………… 43
当归…………………… 99
光叶苕子…………………… 214
光能利用率…………………… 214
光呼吸…………………… 213
光周期现象…………………… 214
早熟育种…………………… 802
早熟禾…………………… 802
早稻　见水稻季节生态型…………………… 802
虫害防治…………………… 44
同胞交配…………………… 563
回交育种…………………… 263
回归分析…………………… 263
肉桂…………………… 461
休闲…………………… 657
休眠…………………… 657
伏地肤…………………… 161
华南热带作物科学研究院…………………… 250
自交不亲和系…………………… 889
自交系　见玉米自交系…………………… 890
伊贝母…………………… 711
伊斯帕汗小麦…………………… 711
向日葵…………………… 592
向日葵虫害…………………… 595
向日葵杂交制种…………………… 598
向日葵杂种优势利用…………………… 598
向日葵育种…………………… 596
向日葵油…………………… 596
向日葵种质资源…………………… 599
向日葵种植制度…………………… 600
向日葵盐碱地栽培…………………… 595
向日葵栽培…………………… 598
向日葵原种生产…………………… 597
向日葵病害…………………… 594
向日葵授粉…………………… 595
向日葵综合利用…………………… 600
全苏瓦维洛夫植物栽培研
　究所…………………… 453
全苏列宁农业科学院作物
　研究机构…………………… 453
全国稻麦改进所…………………… 452
合萌…………………… 226
多元线性回归…………………… 144
多叶烟…………………… 144
多年生黑麦草…………………… 143
多花菜豆…………………… 141
多花黑麦草…………………… 142
多系品种…………………… 143
多变小冠花…………………… 138
多重比较…………………… 140
多倍体育种…………………… 138
多倍体甜菜育种…………………… 137
多粒型花生…………………… 143
多棱大麦…………………… 142
多熟种植…………………… 143
危地马拉草…………………… 573
庄巧生…………………… 884
刘后利…………………… 321
刘应祥…………………… 322
衣分　见棉纤维…………………… 710
产胶作物…………………… 40
产量比较试验…………………… 41
灯心草…………………… 123
羊茅…………………… 692
羊草…………………… 692
安息香…………………… 3
《农艺期刊》…………………… 420
农林间作…………………… 419

《农学报》…………………… 419
农作物…………………… 420
《农作物生物学分册》………… 425
农作物学…………………… 425
农作物起源与演化………… 420
次数分布…………………… 51
决定系数…………………… 288
冰草…………………… 24
杂三叶…………………… 797
杂交小麦　见杂种小麦……… 796
杂交方式…………………… 795
杂交育种…………………… 796
杂交稻…………………… 792
杂草防治…………………… 792
杂种小麦…………………… 798
杂种优势…………………… 800
杂种高粱…………………… 797
卤肥　见沤肥…………………… 101
孙逢吉…………………… 537
羽扇豆…………………… 755
阶段发育…………………… 280
防杂保纯…………………… 154
红三叶…………………… 233
红小豆　见小豆…………………… 233
红花…………………… 228
红豆草…………………… 227
红麻…………………… 229
红麻虫害…………………… 230
红麻抗炭疽病育种………… 231
红麻沤麻　见沤麻………… 231
红麻种质资源…………………… 232
红麻栽培…………………… 231
红麻病害…………………… 230
红麻综合利用…………………… 232
红麻短光照制种………… 230
纤毛鹅观草…………………… 585

七　画

麦田杂草…………………… 357
麦田种植制度…………………… 359
麦田耕作…………………… 356
麦冬…………………… 355
玛卡小麦…………………… 355
远缘杂交…………………… 789
韧皮纤维　见麻纤维………… 461
赤芍　见芍药…………………… 44
芜菁…………………… 576
芜菁甘蓝…………………… 577
苇状羊茅…………………… 573
苋…………………… 586
花生…………………… 239
花生地下结实…………………… 246
花生地膜覆盖栽培………… 245
花生虫害…………………… 243
花生收获…………………… 246
花生良种繁育…………………… 246
花生的分类…………………… 244
花生育种…………………… 249
花生油…………………… 247
花生种质资源…………………… 248
《花生科学》…………………… 246
花生栽培…………………… 247
花生根瘤菌剂…………………… 246
花生病害…………………… 242
花生需钙特性…………………… 247
花粉直感…………………… 238
花粉培养　见植物组织培养… 238
花旗参　见西洋参………… 239
芥菜型油菜…………………… 282
苎麻…………………… 878
苎麻无性繁殖…………………… 882
苎麻收获…………………… 881
苎麻虫害…………………… 881
苎麻纤维…………………… 882
苎麻种子繁殖…………………… 884
苎麻种质资源…………………… 883
苎麻栽培…………………… 883
苎麻病害…………………… 881
苎麻综合利用…………………… 884
芦苇…………………… 323
苏丹草…………………… 521
杜仲…………………… 134
李先闻…………………… 310
李振声…………………… 311
李竞雄…………………… 310
杨守仁…………………… 693
抗虫性鉴定…………………… 294
抗虫育种…………………… 294
抗旱性鉴定…………………… 296
抗逆育种…………………… 297
抗病育种…………………… 292
抗病性鉴定…………………… 291
抗寒性鉴定…………………… 295
拟高粱…………………… 415
豆油…………………… 134
豆类作物…………………… 133
豆粕…………………… 134
两段育秧…………………… 318
连作…………………… 314
连作稻…………………… 314
连锁遗传…………………… 313
收获…………………… 486
吴绍骙…………………… 577
旱地三熟制…………………… 222
旱地小麦…………………… 222
旱地耕作制…………………… 221
旱地栽培…………………… 223
旱地植棉…………………… 224
旱直播…………………… 224
旱育秧…………………… 224
旱稻　见陆稻…………………… 221
里德利，H. N. …………………… 311
串叶松香草…………………… 48
秃尖…………………… 564
利马豆…………………… 311
牡丹…………………… 405
延胡索…………………… 686
体细胞杂交…………………… 544
作物布局…………………… 891
作物生殖器官…………………… 892
《作物杂志》…………………… 901
作物产量…………………… 891
作物诊断…………………… 902
作物育种…………………… 899
《作物育种之原理与实施》…… 901
《作物学报》…………………… 897
作物试验设计…………………… 894
《作物品种资源》………… 892
《作物科学》…………………… 892
作物栽培学…………………… 901
作物营养器官…………………… 897
佛手瓜…………………… 159
近亲交配…………………… 285
免耕…………………… 403
系普法…………………… 581
条区试验设计…………………… 561
卵叶山绿豆…………………… 333
饭豆…………………… 151
辛斯卡娅小麦…………………… 653
怀牛膝…………………… 253
怀庆地黄…………………… 253
间作…………………… 274
间作稻…………………… 275
间苗…………………… 273

间歇灌溉……274
谷子 见粟……211
谷莠子……211
沤肥……428
沤麻……428
沙打旺……467
沟播种谷法……209
沈宗翰……474
完全随机试验设计……572
补骨脂……30
良种繁育……315
忍冬 见金银花……461
陆地棉……325
陆稻……324
阿片 见罂粟……1
阿拉拉特小麦……1
陈永康……42
附子 见乌头……164
附加系……163
灵芝……321
鸡眼草……271
鸡脚草……271

八 画

玫瑰麻……364
青饲和青贮玉米……450
青麻 见苘麻……450
青稞……449
表土耕作……23
茉莉……404
苜蓿属……412
苘麻……450
英国农作物研究机构……724
苦荬菜……302
板蓝根 见菘蓝……16
刺五加……52
坡地土壤耕作……440
郁金……784
垄作栽培……323
顶交种……130
抽样……44
披碱草……430
拉丁方试验设计……304
轮回选择……333
轮作……335
软米……462
软质小麦 见小麦品质……462
非参数测验……154
非线性回归……155
非洲狗尾草……156
非洲棉 见草棉……156
非整倍体……156
国外作物文摘刊物……218
国际干旱地区农业研究中心……216
国际马铃薯中心……217
国际水稻研究所……217
国际玉米小麦改良中心……218
国际半干旱热带地区作物研究所……216
国际热带农业研究所……217
国际植物遗传资源委员会……218
果蔗……219
明党参……404
易位系……716
味连 见黄连……574
咖啡……289
罗马尼亚丰杜良粮食和经济作物研究所……337
罗布麻……335
罗汉果……336
罗勒……337
制酱醋……820
制糖……821
知风草……818
知母……818
牧草收获与加工调剂……410
牧草作物……411
牧草绿肥作物种子生产……410
牧草播种……409
物理诱变育种 见诱变育种……578
使君子……482
依兰香……710
金花菜……282
金鸡纳 见列氏金鸡纳树……283
金银花……283
金善宝……283
乳蓟子 见水飞蓟……462
周拾禄……876
肿柄菊……860
肥田萝卜……156
鱼藤……754
狗牙根……210
饲用大麦……520
饲料轮作……520
变异……22
变异数……23
夜乐果……708
育苗……755
《育种学杂志》……756
育种程序……755
性状鉴定……653
《美国马铃薯期刊》……364
美国农作物研究机构……364
单个自由度比较……95
单交 见杂交方式……96
单交种……96
单体……97
单季稻……96
单倍体育种……94
单粒传……96
单粒种甜菜育种……97
浅水勤灌……447
法国农作物研究机构……149
油菜……727
油菜低芥酸和低硫代葡萄糖甙育种……733
油菜低硫代葡萄糖甙育种……734
油菜冬壮春发……735
油菜杂种优势利用……742
油菜虫害……732
油菜低芥酸育种……734
油菜冻害……734
《油菜的遗传和育种》……733
油菜育苗移栽……739
油菜育种……740
油菜荫角……739
油菜品质育种……736
油菜种质资源……744
油菜种植制度……744
油菜籽……746
油菜籽贮藏……747
油菜类型……735
油菜栽培……742
油菜原种生产……741
油菜病害……731
油菜萎缩不实症……737
油菜温光反应……738
油菜薹肥……737
油莎草……749
油料加工……747
油料作物……748
油籽贮藏……750

油棕…………………………… 751
油渣果………………………… 749
泊松分布……………………… 440
波兰小麦……………………… 26
波斯三叶草…………………… 27
波斯小麦……………………… 27
泥豆…………………………… 415
泽兰　见地瓜儿苗…………… 803
泽泻…………………………… 803
空白试验……………………… 301
空秆…………………………… 302
《实用小麦论》……………… 481
《实验农业》………………… 481
试验小区技术………………… 486
试验方案……………………… 484
试验观察记载………………… 485
《试验统计》………………… 485
线性数学模型………………… 587
线性相关系数………………… 588
线性回归……………………… 587
细辛　见东北细辛…………… 582
细胞质遗传…………………… 582
经济作物……………………… 285
孟德尔定律…………………… 365

九　画

春大豆………………………… 49
春小麦　见小麦……………… 50
春玉米………………………… 51
春花生………………………… 49
春谷…………………………… 49
春油菜………………………… 51
春砂仁………………………… 49
春烟…………………………… 50
春薯…………………………… 50
珊瑚菜………………………… 470
珍珠豆型花生………………… 807
珍珠粟………………………… 807
赵连芳………………………… 805
赵洪璋………………………… 805
荆芥…………………………… 285
茜草…………………………… 447
茬口…………………………… 39
草木樨………………………… 36
草田轮作……………………… 37
草芦…………………………… 35
草莓三叶……………………… 36
草棉…………………………… 36
荞麦…………………………… 448
茯苓…………………………… 161
荏……………………………… 460
茹科夫斯基小麦……………… 462
药用作物……………………… 695
标准偏回归系数……………… 23
相关比率……………………… 588
相关分析……………………… 589
相关指数……………………… 589
枸杞　见宁夏枸杞…………… 210
构树…………………………… 210
柽麻…………………………… 42
胡芦巴………………………… 236
胡枝子………………………… 238
胡麻…………………………… 236
胡椒…………………………… 235
南麻北植……………………… 414
南斯拉夫泽蒙玉米研究所…… 415
南斯拉夫诺维萨特大田作
　物与蔬菜研究所…………… 414
勃劳格N.E. ………………… 28
夏大豆………………………… 583
夏玉米………………………… 584
夏花生………………………… 583
夏谷…………………………… 583
夏烟…………………………… 584
夏薯…………………………… 584
耐盐性鉴定…………………… 413
耐湿性鉴定…………………… 413
砂仁　见春砂仁……………… 466
砂田栽培……………………… 466
厚朴…………………………… 233
威地大豆……………………… 573
插秧…………………………… 39
鸦片　见罂粟………………… 663
品质育种……………………… 434
品质鉴定　见品质育种……… 434
品种…………………………… 436
品种区域化…………………… 436
品种目录　见种质资源整理…… 436
品种志………………………… 437
品种审定……………………… 437
品种资源　见种质资源……… 438
贴梗木瓜……………………… 562
看苗诊断……………………… 290
《选种和良种繁育》………… 661
选择育种……………………… 660
选择指数……………………… 661
选种圃………………………… 661
复合杂交　见杂交方式……… 162
复合种………………………… 162
复相关系数…………………… 162
复种…………………………… 162
秕谷…………………………… 19
香叶天竺葵…………………… 592
香豆子………………………… 589
香茅…………………………… 590
香料烟………………………… 590
香蒲…………………………… 591
香稻…………………………… 589
种子干燥……………………… 872
种子公司……………………… 873
种子仓库……………………… 871
种子处理……………………… 871
种子加工……………………… 873
种子贮藏……………………… 876
种子贮藏生理………………… 876
种子法………………………… 872
种子检疫……………………… 875
种子检验……………………… 874
种质创新……………………… 863
种质库………………………… 864
种质资源……………………… 865
种质资源收集………………… 869
种质资源保存………………… 867
种质资源数据库……………… 870
种质资源整理………………… 870
种植方式……………………… 861
种植制度……………………… 861
种植密度……………………… 861
秋大豆………………………… 451
秋玉米………………………… 451
秋花生………………………… 451
秋烟　见烟草移栽…………… 451
秋薯…………………………… 451
科尔希二粒小麦……………… 300
俄罗斯新麦草………………… 146
俞启葆………………………… 754
剑麻…………………………… 275
食用豆类……………………… 482
《食用作物学》……………… 482
食用稗………………………… 481
狭叶洋地黄　见毛叶洋地
　黄…………………………… 583
狭叶番泻树…………………… 582
留兰香………………………… 322

施肥……………………………480
烂铃……………………………305
烂秧……………………………306
姜………………………………277
姜黄　见郁金…………………278
养地制度………………………693
类蜀黍…………………………308
籼粳杂交育种…………………585
籼稻……………………………584
洗麻机…………………………580
测产……………………………38
测交……………………………39
派生系统法……………………429
洋地黄　见毛叶洋地黄………693
洋金花　见白花曼陀罗………693
洋参　见西洋参………………693
染色体…………………………457
染色体图　见基因定位………457
染色体组………………………457
祖德明…………………………890
神秘果…………………………474
诱变育种………………………753
扁蓄豆…………………………21
扁穗牛鞭草……………………21
扁穗雀麦………………………22
突变……………………………564
穿心莲…………………………48
剥麻机…………………………28
孩儿参　见太子参……………221
统计分析………………………563
除虫菊…………………………45

十　画

《耕作与植物栽培杂志》………208
耕作制度………………………208
耕作学…………………………207
蚕豆……………………………33
袁隆平…………………………785
栽培稻…………………………801
莜麦　见燕麦…………………727
荷苞豆　见利马豆……………226
莪术　见郁金…………………146
菜油……………………………32
菜籽饼…………………………32
荻………………………………123
桔梗……………………………281
株型……………………………877
株型育种………………………878
栝楼……………………………211
格子试验设计…………………206
核雄性不育……………………225
盐碱地栽培……………………684
盐碱地植棉……………………685
埃及三叶………………………3
埃及棉　见海岛棉……………3
配合力…………………………430
豇豆……………………………278
原始材料圃……………………787
原棉　见原棉消费和贸易……785
原棉消费和贸易………………785
套作……………………………542
柴胡……………………………40
逐步回归方法…………………878
党参……………………………100
晒田……………………………468
晒烟　见中国名晒烟…………468
圆锥小麦………………………788
缺体……………………………454
缺值估计………………………454
秣食豆…………………………405
秥稻……………………………804
积温……………………………267
秘鲁香…………………………19
笔花豆…………………………19
倒伏……………………………101
倒种春…………………………102
射干……………………………472
徐冠仁…………………………657
奚元龄…………………………580
高油玉米………………………205
高原地区作物栽培……………205
高赖氨酸玉米…………………191
高粱……………………………192
高粱加工………………………198
高粱虫害………………………197
高粱低温冷害…………………198
高粱育性鉴定…………………201
高粱育种………………………202
高粱种质资源…………………204
高粱类型………………………200
高粱栽培………………………202
高粱病害………………………196
高粱群体改良…………………200
高燕麦草………………………204
病害防治………………………24
烤烟……………………………299
烤烟房…………………………299
烟气……………………………678
烟田土壤………………………678
烟叶……………………………679
烟叶分级………………………681
烟叶采收………………………680
烟叶试验所……………………684
烟叶品质………………………683
烟叶烘烤………………………682
烟产改进处……………………678
烟草……………………………667
烟草中耕培土…………………677
烟草早花………………………677
烟草虫害………………………670
烟草杂种优势利用……………676
烟草良种繁育…………………673
烟草抗病育种…………………672
烟草制品………………………677
烟草底烘………………………672
烟草育苗………………………675
烟草单倍体育种………………671
烟草施肥………………………674
烟草类型………………………672
烟草病害………………………669
烟草移栽………………………675
烟碱　见尼古丁………………678
粉质玉米　见玉米类型………157
浙贝母…………………………805
海斯 H. K.……………………220
海岛棉…………………………220
宽叶雀稗………………………302
通径分析………………………562
绛三叶…………………………279

十一画

基本耕作………………………267
基因……………………………267
基因工程　见遗传工程………270
基因定位………………………269
基因资源　见种质资源………270
黄花烟…………………………255
黄花苜蓿………………………255
黄芩……………………………262
黄芪……………………………261
黄豆……………………………255
黄连……………………………256
黄柏……………………………254

黄麻……………………………… 256
黄麻虫害………………………… 258
黄麻纤维………………………… 259
黄麻种质资源…………………… 261
黄麻栽培………………………… 260
黄麻病害………………………… 258
黄麻繁殖………………………… 259
黄檗　见黄柏…………………… 255
黄耀祥…………………………… 263
菘蓝……………………………… 521
萝芙木…………………………… 338
菊花……………………………… 286
营养生长………………………… 725
梅藉芳…………………………… 364
梯田栽培………………………… 543
培土……………………………… 430
排水……………………………… 429
晚稻　见水稻季节生态型……… 572
野大麦…………………………… 700
野火球…………………………… 700
野生大麦………………………… 702
野生大豆………………………… 701
野生花生的利用………………… 706
野生种　见野生亲缘植物……… 708
野生亲缘植物…………………… 707
野生稻…………………………… 704
野穈子…………………………… 700
畦作栽培………………………… 446
啤酒大麦………………………… 431
啤酒花…………………………… 432
银叶山绿豆……………………… 720
银耳……………………………… 717
银合欢…………………………… 718
银胶菊…………………………… 719
甜玉米　见玉米类型…………… 561
甜叶菊…………………………… 560
甜菜……………………………… 550
甜菜地膜覆盖栽培……………… 553
甜菜虫害………………………… 552
甜菜块根………………………… 554
甜菜块根收获…………………… 555
甜菜良种繁育…………………… 555
甜菜纸筒育苗…………………… 559
甜菜育种………………………… 557
甜菜栽培………………………… 558
甜菜病害………………………… 552
甜菜综合利用…………………… 559
甜粉玉米　见玉米类型………… 560
移栽……………………………… 715
移栽高粱………………………… 715
偃麦草…………………………… 687
偏相关系数……………………… 433
假设测验………………………… 273
假菠萝麻………………………… 273
脱氧核糖核酸…………………… 566
脱粒……………………………… 566
猫尾草…………………………… 361
象草……………………………… 601
麻纤维…………………………… 339
麻类作物………………………… 339
旋耕……………………………… 659
盖氏虎尾草……………………… 165
混合法…………………………… 265
混杂试验设计…………………… 266
混作……………………………… 266
混作稻…………………………… 266
淀粉生产………………………… 126
深水稻…………………………… 473
深松耕…………………………… 473
宿根蔗…………………………… 522
密利提奈小麦…………………… 366
密穗小麦………………………… 367
随机交配………………………… 535
随机区组设计…………………… 535
隐花狼尾草……………………… 721
综合品种………………………… 890
绿叶山绿豆……………………… 332
绿豆……………………………… 325
绿肥作物………………………… 328
绿肥作物种植方式……………… 331
绿肥腐解………………………… 328
绿肥播种………………………… 327
绿肥翻压………………………… 327
绿黍……………………………… 332

十二画

款冬……………………………… 303
斯卑尔脱小麦…………………… 517
斯普赖格 G. F.………………… 518
期望均方………………………… 445
联邦德国农作物研究机构……… 313
葛藤……………………………… 207
蒋森草…………………………… 279
朝鲜碱茅………………………… 42
植物组织培养…………………… 819
《植物育种》…………………… 819
《植物育种杂志》……………… 819
《植物遗传育种学》…………… 818
椰子……………………………… 697
椰枣……………………………… 697
棉子……………………………… 402
棉子油…………………………… 403
棉子品质育种…………………… 402
棉田中耕………………………… 394
棉田肥水管理…………………… 393
棉田种植制度…………………… 396
棉田种植绿肥…………………… 395
棉纤维…………………………… 397
棉纤维品质育种………………… 400
棉纤维检验……………………… 398
棉产改进处……………………… 367
棉花……………………………… 368
棉花虫害………………………… 376
棉花机械化栽培………………… 377
棉花杂种优势利用……………… 387
棉花抗虫育种…………………… 379
棉花抗病育种…………………… 379
棉花采收………………………… 376
棉花育种………………………… 386
棉花良种繁育…………………… 381
棉花种质资源…………………… 390
棉花种植密度…………………… 389
棉花病害………………………… 374
棉花推广品种…………………… 381
棉花营养钵育苗移栽…………… 385
棉花遗传………………………… 382
棉花播种………………………… 375
棉花整枝………………………… 388
《棉作学》……………………… 403
棉铃……………………………… 390
棉株徒长………………………… 401
棉酚……………………………… 367
棉属分类………………………… 391
粟………………………………… 522
粟二系杂种……………………… 527
粟分类…………………………… 528
粟加工…………………………… 528
粟虫害…………………………… 527
粟杂交技术……………………… 532
粟异地换种……………………… 530
粟育种…………………………… 531
粟种质资源……………………… 534
粟栽培…………………………… 532
粟病害…………………………… 526

粟移栽……530
粟(黍)类作物……529
硬籽……726
硬粒小麦……725
硬粒玉米 见玉米类型……726
雄性不育系……655
雄性不育保持系……654
雄性不育恢复系……654
裂区试验设计……320
提纯复壮……543
提莫诺乌姆小麦 见提莫菲维小麦……544
提莫菲维小麦……544
插秧……39
雅连 见黄连……663
紫云英……888
紫羊茅……888
紫花苜蓿……885
紫苏……886
紫菀……887
紫穗槐……887
晾烟……318
黑麦……226
遗传……712
遗传力……714
遗传工程……712
遗传因子 见基因……715
遗传相关……714
遗传资源 见种质资源……715
遗传距离……713
铺地木蓝……441
链荚豆……315
短叶茳芏……136
程侃声……43
黍……489
黍虫害……493
黍杂交技术……494
黍种质资源……496
黍品种分类……494
黍病害……492
黍栽培……495
番红花……149
番泻叶 见狭叶番泻树……150
番麻……150
等级相关……123
《御题棉花图》……784
普通小麦……443
普通菜豆……442
普通型花生……444
湿润育秧……480
寒露风……221

十三画

蓝……304
蓝花子……305
蓝花苕子……304
蓖麻……20
蒲草……441
蒙古岩黄芪……365
蒙古黄芪 见黄芪……365
燕谷米……808
榄核莲 见穿心莲……305
辐射育种……159
矮化育种……1
矮笔花豆……1
锦鸡儿……284
穇子……35
催熟……53
腰果……693
鲍文奎……18
鼠害防治……497
新植蔗……652
新疆小麦……651
粳稻……285
粮饲轮作……317
粮食作物……317
粮食贮藏……315
数量遗传……498
满江红……359
裸大麦 见大麦……338
群体层切法……455
群体改良 见轮回选择……456

十四画

蔷薇……447
蔡旭……32
蔗种贮藏……806
聚合草……287
槟榔……25
需水量……658
需肥量……658
酿酒……416
碱茅……275
撂荒……318
雌雄花期不调……51
罂粟……725
膜荚黄芪 见黄芪……404
旗草……445
端体 见端着丝点染色体……135
端着丝点染色体……135

十五画

蕉麻……279
橡胶 见巴西橡胶……601
橡胶加工……601
豌豆……569
播种……26
蝴蝶豆……234
稷 见黍……271
稻田少耕……113
稻田杂草……114
稻田种植方式……112
稻田养鱼……114
稻田养萍……113
稻田耘耥……114
稻田绿肥……113
稻田整地……117
稻米品质……111
稻麦两熟……110
稻作虫害……121
《稻作科学技术》……122
稻作病害……119
稻谷加工……107
稻底麻……106
稻的遗传……103
稻茬麦……102
稻草还田……102
稻种资源……118
黎豆……308
箭筈豌豆……277

十六画

燕麦……687
燕麦育种……691
燕麦种质资源……690
燕麦栽培……690
燕麦属分类……689
蕾铃脱落……307
薯类加工……487
薯蓣……489
薏苡……715
薄荷……29
薄膜育秧……29
颠茄……126

整地……808
器官同伸关系……446
糖枫……539
糖高粱……540
糖棕……541
糖蔗　见甘蔗……541
糖蜜草……541

十七画

戴松恩……93
薰衣草……662
穗分化……536
翼豆　见四棱豆……717

十八画

藏红花　见番红花……801
蔡谷……309
覆盖……163
翻耕……151
鹰嘴豆……723
鹰嘴紫云英……724

十九画

蹲苗……137
爆裂玉米　见玉米类型……18

二十画

糯玉米　见玉米类型……427
糯稻……426
灌浆……213
灌溉……212
DNA　见脱氧核糖核酸……904
F 测验……904
t 测验……904
u 测验……905
χ^2测验……905

条 目 外 文 索 引

(index of articles)

说 明

1. 本索引中所有英文条目按拉丁字母顺序排列，其他文种集中排在最后。
2. 参见条、无固定译名的纯中国内容的条，不收入本索引。

A

A Series of Prints on Cotton Production with Poetry Byempror Qianiong 784
abaca 279
abutilon 450
accumulated temperature 267
Acta Agronomica Sinica 897
addition line 163
adzuki bean 605
after-ripening of wheat seed 650
agave hybrid NO 11648 322
Agronomy Journal 420
air-cured tobacco 318
alfalfa 885
alsike clover 797
alternations of shade of leaf color in rice 508
alyce clover 315
amaranth 586
American ginseng 579
American Potato Journal 364
amur corktree 254
analysis of covariance 651
analysis of variance 152
aneuploid 156
annual ryegrass 142
apomixis 576
arabian jasmine 404
archer axillaris 78
arecanut 25
aromatic tobacco 590
aromatic turmeric 784
Asiatic cotton 666
athyrus 468
autumn maize 451
autumn peanut 451
autumn soybean 451
autumn sweet potato 451
azolla 359
azolla culture in paddy field 113

B

backcrossing 263
baical skullcap 262
balloon flower 281
banking up 430
barbary wolfberry 418
barley 81
barley breeding 87
barley culture 89
barley diseases 84
barley germplasm resources 90
barren ear tip 564
barren stalk 302
basic tillage 267
basil 337
bast fiber 339
bast fiber crops 339
bast fiber washing machine 580
belladonna 126
benzoin 3
bermudagrass 210
binomial distribution 148
birdsfood trefoil 16
black berrylily 472
blank test 301
blue aloe 150
blue grass 802
boll rot 305
breeding by chemically-induced mutation 251
breeding by induced mutation 753
breeding cotton for disease resistance 379
breeding cotton for fibre quality 400
breeding cotton for insect resistance 379
breeding cotton for nutritive quality of seed 402
breeding for disease resistance 292
breeding for dwarfness 1
breeding for earliness 802
breeding for ideal type 878
breeding for insect resistance 294
breeding for low contents of erucic acid and glucosinates in rapeseed 733
breeding for low contents of glucosinates in rapeseed 734
breeding for quality 434
breeding for stress tolerance 297
breeding for zero erucic acid in rapeseed 734
breeding kenaf for anthra-

cnose resistance 231
breeding maize for disease resistance 768
breeding monogermed sugar beet 97
breeding of hybrid maize 780
breeding procedure 755
breeding rapeseed for quality 736
breeding soybeans for disease resistance 65
breeding soybeans for insect resistance 65
breeding sugar beet for polyploid 137
breeding tobacco for disease resistance 672
breeding wheat for early maturity 645
breeding wheat for powdery mildew resistance 624
breeding wheat for quality 633
breeding wheat for rust resistance 626
breeding wheat for scab resistance 625
breeding wheat for semidwarfness 616
brewing 416
broad bean 33
broad leaf vetch 469
broadleaf paspalum 302
bromegrass 575
broom-corn millet 489
broom-corn millet diseases 492
broom-corn millet germplasm resources 496
broomrape 319
buckwheat 448
bulk method 265
burley 13

C

cablin patchouli 215
cacao 300
calcium requirement of peanut 247
california burclover 282
calopo 362
Canadlan Journal of Plant Science 271
cantala 340
caragana 284
cardinal temperatures 463
carpet grass 126
cashew 693
cassava 407
cassia 461
catechu tree 146
catjang cowpea 574
cattail 591
Central Agricultural Experiment Institute 860
centro 234
cereal-forage crop rotation 317
certification of cultivars 437
charatirezation and evaluation of characters 653
chayote 159
chemical manipulation of growth and development 251
chick pea 723
chewing cane 219
chilling injury of sorghum 198
Chinese angelica 99
Chinese Association of Cotton Science 834
Chinese famous sun-cured tobacco 836
Chinese goldthread 256
Chinese herbaceous peony 471
Chinese magnoliavine 578
Chinese thorowax 40
Chinese Wheat Cultivars and Their Genealogies 850
Chinese wild rye 692
chingchich 285
chromosome 457
chuanxiong ligusticum 47
chufa flatsedge 749
cicer milk vetch 724
cilia wheatgrass 585
citronella grass 590
classification of *Avena* species 689
classification of broom-cron millet cultivars 494
classification of Chinese soybean cultivars 824
classification of foxtail millet 528
classification of *Gossypium* species 391
classification of *Hordeum* species 85
classification of peanuts 244
classification of potato species 346
classification of sesame 814
classification of *Triticum* species 641
clove 129
clover 466
club wheat 367
coastal glegnia 470
coca 211
coconut palm 697
coffee 289
collection of germplasm resources 869
colza 166
combining ability 430
combining ability test of maize 772
comfrey 287
common andrographis 48
common anemarrhena 818
common aucklandia 442
common bean 790
common coltsfoot 303
common cowpea 722
common fenugreek 236
common flower ingquince 562
common ginger 277
common lespedeza 271
common macrocarpium 470
common monkshood 574
common perilla 460
common reed 323

common type of peanut 444
common vetch 277
common water hyacinth 513
common wheat 443
common yam 489
complete randomized design 572
component and distribution of crops 891
composite variety 162
confounding design 266
congo senna 582
consumption and marketing of raw cotton 785
continuous cropping 314
cook's foot 271
corn processing 766
correlation analysis 589
correlation index 589
correlation ratio 588
costarbean 20
cotton 368
cotton boll 390
cotton breeding 386
cotton cultivars 381
cotton diseases 374
cotton fibre 397
cotton fibre·inspection 398
cotton germplasm resources 390
cotton ginning 666
Cotton Production in China 834
cotton regions in China 834
Cotton Research Institute, CAAS 839
Cotton Science 403
cotton seed 402
cotton seed oil 403
cotton-based cropping system 396
cow vetch 304
cowpea 278
crested wheatgrass 24
crimson clover 279
crop breeding 899
crop culture in plateau 205
crop diagnosis 902
Crop Genetic Resources 892
crop rotation 335
crop science 425
Crop Science 892
Crop Science Society of China 859
crop yield 891
cropping pattern of green manure crops 331
cropping regionalization in China 857
cropping system 861
cropping system and soil management 208
cropping system of rape 744
cropping system of sesame 815
cropping system of sugarcane 189
cropping system of sunflower 600
cropping system of wheat field 359
Crops 901
cross breeding 796
crossing technique of broom-corn millet 494
crossing technique of foxtail millet 532
cultivar 436
cultivated rice 801
cultivation of wheat field 356
culture of broom-corn millet 495
cytoplasmic inheritance 582

D

dahurian angelica 15
dahusian wildrye 430
dallis grass 361
data base of germplasm resources 870
date palm 697
decomposition of green manure 328
decorticator 28
deep-water rice 473
degeneration of potato 348
deoxyribonucleic acid 566
derived-line method 429
derris 754
Design and Analysis of Field Experiments 549
determination coefficient 288
devil peper 338
diagnosis of cotton plant growth 290
dinkel 517
dioscorco fruit 708
direct seeding in dry soil 224
direct seeding in flooded riċe 517
disease control 24
distant hybridization 789
documentation of germplasm resources 870
dominant genic male sterility in wheat 643
dormancy 657
dormancy of potato tuber 349
dormancy of wheat seed 650
double cropping 148
double cropping rice 500
double cross 500
double transplanting for raising riċe seedlings 318
dragon type of peanut 323
drainage 429
dry culture of paddy rice 507
dry farming 223
dry rice-nursery 224
dry weight 165
durum wheat 725
dwarf lilyturf 355

E

ecological adaptation 475
economic crops 285
ecotype 475
ecotypes of soybean 66
Egyptian clover 3
einkorn 710
elephant grass or napier grass 601
emasculation with gametocide 250

emmer 147
estimation of missins. value 454
eucommia 134
Euphytica 819
European hop 132
evaluation of characters related to growth and development 477
evaluation of cold resistance 295
evaluation of diseases resistance 291
evaluation of drought resistance 296
evaluation of insect reistance 294
evaluation of salt tolerance 413
evaluation of water-logging tolerance 413
excessive vegetative growth of cotton plant 401
exchange of millet stock seed among different places 530
expected mean square 445
experimental plan 484
Experimental Agriculture 481
experimental data scoring 485
experimental design of farm crops 894
Experimental Statistics 485

F

F-test 904
fallow 657
famous varieties of wheat in Chnia 854
farming system of irrigated land 514
farming system of paddy field 514
farming system of rainfed area 221
feeding barley 520
fenugreek 589
fertility restoring line 654
fertility test restoraty in sorghum 201
fertilizer and water management in cotton field 393
fertilizer application 480
fertilizer application of maize 776
fertilizer application of rapeseed at bolting stage 737
fertilizer application of rice 509
fertilizer application of tobacco 674
fertilizer application of wheat 639
fertilizer requirement 658
fertilizer spraying soybean foliage 62
field crop abstracts published in foreign countries 218
field crop science periodicals in China 823
field crops 420
Field Crops Research 92
field experiment machinery 546
field management 546
field plot technique 486
film-mulched rice nursery 29
finger millet 35
flax 663
flax culture 665
flax diseases 663
flax fiber 664
flax germplasm resources 665
flora of crop cultivars 437
florists chrysanthemum 286
flue-cured tobacco 299
flue-curing of tobacco 682
fodder soybean 405
Food Crops 482
food crops 317
food legumes 482
forage and silage maize 450
forage crop rotation 520
forage-field crop rotation 37
foxtail millet 522
foxtail millet breeding 531
foxtail millet culture 532
foxtail millet diseases 526
foxtail millet germplasm resources 534
fragrant rice 589
fragrant solomonseal 783
frequency distribution 51
frequent-irrigation with shallow water 447
furrow-sowing of millet 209

G

garden orache 468
genome 457
gene 267
gene mapping 269
generation advancement 271
genetic correlation 714
genetic distance 713
genetic engineering 712
Genetics and Breeding of Rapeseed 733
genetics of maize 778
genic male sterility 225
George Frederick Sprague 518
germination 149
germplasm bank 864
germplasm conservation 867
germplasm enhancement 862
germplasm nursery 787
germplasm resources 865
giant foxtail 211
ginseng 458
glutinous rice 426
gossypol 367
grades for flue-cured tobacco 681
grain storage 315
grecian foxglove 362
green manure crops 328
Green Manure Crops in China 831

green manures in paddy field 113
green panic 332
greenleaf desmodium 332
growing bast fiber crops with cultivar from lower latitudes 414
growing cotton in rainfed area 224
growing cotton in saline-alkaline soils 685
growing cotton with mulching membrane 125
growing green manures in cotton field 395
growing soybean on paddy field ridge 546
growing sugar beet seedling with paper pot 559
growing sugar beet with mulching membrane 553
growing wheat after rice 102
growth analysis 478
growth and development 476
growth curve 479
growth period 476
growth regulator of soybean 68
guatemala grass 573
guayule 719
guinea grass 91

H

hairy vetch 363
half-sib mating 16
haploid breeding 94
haploid breeding of tobacco 671
hard seeds 726
hardening of seedling wilting 137
harvesting 486
harvesting maize 776
harvesting peanut 246
harvesting ramie 881
harvesting sugar beet 555
harvesting sugarcane 186
harvesting tobacco leaves 680
harvesting wheat 640
harvesting, haying and silage making of forage crops 410
henequen 265
Henry Nicholas Ridley 311
hemp 78
hemp culture 80
hemp diseases 79
hemp germplasm resources 81
herbaceous cotton 36
Herbert Kendall Hayes 220
heredity 712
heritability 714
heterophylla falses-tarwort 538
heterosis or hybrid vigor 800
hierachical design 157
high lysine maize 191
high oil maize 205
history of field crop cultivation in China 840
honeysuckle 283
hsien-keng hybridization or indica-japonica hybridization 585
hsien rice or indica rice 584
hybrid rice 792
hybrid seed production of sunflower 598
hybrid sorghum 797
hybrid wheat 798

I

important rice cultivars in China 843
inbreeding 285
India madder 447
Indian lettuce 302
industrial utilization of maize 764
inheritance of cotton 382
inheritence of rice 103
insect pests of broom-corn millet 493
insect pests of cotton 376
insect pests of flax 663
insect pests of foxtail millet 527
insect pests of hemp 80
insect pests of jute 258
insect pests of kenaf 230
insect pests of maize 763
insect pests of peanut 243
insect pests of potato 345
insect pests of ramie 881
insect pests of rape 732
insect pests of rice 121
insect pests of sesame 814
insect pests of sorghum 197
insect pests of soybean 60
insect pests of sugar beet 552
insect pesfs of sugarcane 184
insect pests of sunflower 595
insect pests of sweet potato 170
insect pests of tobacco 670
insect pests of wheat 621
Institute of Crop Breeding and Cultivation, CAAS 840
Institute of Crop Germplasm Resources, CAAS 840
Institute of Medicinal Plant Development, IMPLAD 856
Institute of Tobacco Industry Research 684
intercropping 274
intercropping of field crops and trees 419
intercropping rice 275
intermittent irrigation 274
International Board for Plant Genetic Resources 218
International Center of Potato 217
International Crops Research Institute for The Semi-Arid Tropics 216
International Institute of Tropical Agriculture 217
intertillage 823
intertillage in cotton field 394

intertilling and banking up of tobacco 677
interval estimate 451
introduction 720
irrigation 212
irrigation of maize 765
irrigation of soybean 62
irrigation of wheat 623

J

Japanese Journal of Breeding 756
Japanese Journal of Crop Science 461
Japanese millet 481
Java amomum 804
jndigo 304
jobs tears 715
johnson grass 279
joint vetch 226
Journal of Agricultural Science 419
jute 256
jute culture 260
jute diseases 258
jute fiber 259
jute germplasm resources 261
jute seed production 259

K

katemfe 579
kenaf 229
kenaf culture 231
kenaf diseases 230
kenaf germplasm resources 232
kendyr 335
"keng"rice or japonica rice 285
khorasan wheat 131
kikuyu grass 721
koa haol 718
kola 301
kudzu 207

L

land preparation 808
land preparation of rice 117
largefruit hodgsonia 749
large head atractylodes 14
large green soybean 91
latin square design 304
lattice design 206
lavander 662
leaf age 708
leaf area index 709
leaf beet 709
ledger cinchona 319
legume crops 133
lentil 604
licorice 165
lima bean 311
linear additive model 587
linear correlation coefficient 588
linear regression 587
ling chin 321
linkage inheritance 313
linseed 236
lodging 101
lohankuo 336
low temperature injury to rapeseed 734
low-temperature damage in autumn 221
lupine 755

M

macha wheat 355
maintaining cultivar purity 154
maintaining line 654
maize diseases 760
maize inbred line 782
maize intercropping 767
maize isolation plot 764
maize male fertility restorer 765
maize male sterility 777
maize or corn 756
Maize Production in China 857
maize relay cropping 777
maize seed production 781
maize seed production by means of male sterility 762
maize transplanting 780
maize varieties 772
malaytea scurfpea 30
male sterile line 655
malting barley 431
mammoth tobacco 144
manchurian wildginger 130
manyprickle acanthopanax 52
maturity 43
meadow fescue 419
measures of average 438
measures of variation 22
mechanization of cotton culture 377
medic 412
medicinal changium 404
medicinal cyathula 46
medicinal herbs 695
medicinal indianmulberry 10
membranous milkvetch 261
Mendel's laws 365
meteorological disasters on wheat 635
milk thistle 511
milk vetch 888
milking 213
millet processing 528
Millet Production in China 829
millets 529
minimum tillage 472
minimum tillage of rice culture 113
mint 29
mixed cropping 266
mixed cropping rice 266
molasses grass 541
mongolian snakegourd 211
mongolian sweetvetch 365
monosomics 97
muddy soybean 415
mulching 163
multi-rowed barley 142
multiflowra bean 141
multiline variety 143
multiple comparison 140
multiple correlation

coefficient 162
multiple cropping 143
multiple linear regression 144
multiple seeds type of peanut 143
multiple utilization of kenaf 232
multiple utilization of ramie 884
multiple utilization of sugar beet 559
multiple utilization of sugarcane 191
multiple utilization of sunflower 600
mung bean 325
mustard 282
mutation 564

N

naked barley 449
National Rice and Wheat Improvement Institute 452
natural rubber processing 601
newly planted cane 652
nicotine 415
nigger seeds 609
ningpo figwort 659
nitrogen fixation of soybean nodule 61
no-tillage 403
non-glutinous rice 804
nonlinear or curvilinear regression 155
nonparametric test 154
Norman E. Borlaug 28
normal distribution 810
nullisomics 454

O

oats 687
oats breeding 691
oats culture 690
oats germplasm resources 690
off-season soybean 60
officinal magnolia 233
oil crops 748
oil palm 751
oil radish seed 305
oil seed processing 747
oil seed storage 750
on-farm yield trial 475
opium poppy 725
oriental waterplantain 803
origin and evolution of field crop 422
origin of maize 773
orthogonal design 809
ovaleaf desmodium 333

P

paddy field intertillage 114
paddy field tillage 516
paddy rice processing 107
paddy soil 510
palisade grass 445
paper mulberry 210
para grass 5
parboiled rice 808
partial correlation coefficient 433
pasture crops 411
path analysis 562
pattern of crossing 795
pattern of planting 861
pea 569
peanut 239
peanut breeding 249
peanut culture 247
peanut culture with mulching membrane 245
peanut diseases 242
peanut germplasm resources 248
peanut oil 247
Peanut Production in China 831
peanut regions in China 830
Peanut Science 246
peanut seed production 246
pearl millet 807
pearl type of peanut 807
pedigree method 581
pepper 235
perennial lespedeza 238
perennial ryegrass 143
persian clover 27
perubalsam balmtree 19
pest control 44
phasic development 280
photoperiodism 214
photoperiodism of soybean 64
photorespiration 213
photosynthetic efficiency of soybean 63
physiology of seed storage 876
picking cotton 376
pilose asiabell or in tongshen 100
piqeon pea 406
Plant Breeding and Genetics 818
plant tissue culture 819
plant type 877
planting density 861
planting density of cotton 389
plastic membrane mulching 124
ploughing down green mature 327
plowing 151
Poisson distribution 440
Polish wheat 26
pollination of sunflower 595
polyploid breeding 138
population improvement of maize 775
population improvement of sorghum 200
potato 340
potato breeding 349
potato culture 351
potato diseases 343
potato germplasm resources 353
potato production 348
poulard wheat 788
Practical Wheat Science 481
premature flowering of tobacco 677

premature shedding of soybean flowers and pods 66
previous crop 39
principle of crop production 901
principle of cropping system and soil management 207
produce rubber crops. 40
promoting maturation 53
propagation of sugarcane varieties 185
prostrate sunimereypress 161
purple perilla 886
pyrethrum 45

Q

quackgrass 687
quantitative inheritance 71
qualitative inheritance of soybean 498
quantitative inheritance of soybean 68
quinoa 309

R

radiation breeding 159
radish 156
rainfed wheat 222
raising fish in paddy field 114
raising rice seedlings in factory 209
raising sweet potato cuttings 172
ramie 878
ramie culture 883
ramie diseases 881
ramie fiber 882
ramie germplasm resources 883
random mating 537
randomized block design 535
rangooncreeper 482
rank correlation 123
rape culture 742
rape diseases 731
rape or rapeseed 727
rape seed 12
rapeseed 746
rapeseed breeding 740
rapeseed germplasm resources 744
rapeseed meal 32
rapeseed oil 32
Rapeseed Production in China 856
rapeseed storage 747
ratoon cane 522
ratooning rice 801
ratooning sorghum 801
Records of Chinese Millet Cultivars 829
Records of Chinese Soybean Cultivars 824
Records of Chinese Wheat Cultivars 850
recovering cultivar purity 543
recurrent selection 333
recurrent selection of maize 770
red clover 233
red fescue 888
red-rooted sage 99
redtop 609
reed canary grass 35
reed fescue 573
regional test 452
regionalization of cultivars 436
regionalization of potato in China 832
regionalization of green manures in China 831
regionalization of soybean in the world 483
regression analysis 263
rehmannia 253
relatives of wheat 636
relay cropping 542
relay cropping of jute after rice 106
reproductive growth 480
reproductive organs of crop plant 892
rescuegrass 22
Research Institute of Bast Fiber Crops, CAAS 838
Research Institute of Oil Crops, CAAS 839
Research Institute of Special Economic Plants and Wildlives Utilization, CAAS 839
research institutes of crops in USA 364
research institutes of farm crops in Britain 724
research institutes of farm crops in Federal Republic of Germany 313
research institutes of farm crops in France 149
research institutes of farm crops in India 722
research institutes of farm crops in Japan 461
research institutes of farm crops of Lenin Academy of Agricultural Sciences, USSR 453
response of rapeseed to temperature and light 738
retting flax with warm water 664
retting for bast fibers 428
rhizobium inoculant of peanut 246
rhodes grass 165
rhubarb 77
rice 501
rice bean 151
rice breeding 510
rice breeding for semidwarfness 507
rice diseases 119
rice germplasm resources 118
rice grain quality 111
rice grass or English cordgrass 91
Rice Production in China 843
rice regions in China 824
Rice Science in China 827

Rice Society of China 859
Rice, its Breeding and Cultural Practices 122
rice-based cropping patterns 112
rice-upland crop rotation 512
ridge culture 323
rodents control 497
rose 447
rose geranium 592
roselle 364
rotary tillage 659
rownvetch 139
rubber 5
rush 123
russian wildrye 146
rustica tobacco 255
ruthenian medic 21
rye 226

S

safflower 228
saffron crocus 149
sainfain 227
sampling 44
sanchi 464
sand and gravel culture 466
schofield stylo 19
sea-island cotton 220
seasonal ecotypes of rice 508
secondary growth of potato 345
seed company 873
seed drying 872
seed law 872
seed processing 873
seed production 315
seed production of cotton 381
seed production of forage and green manure crops 410
seed production of kenaf by short-day treatment 230
seed production of rapeseed 741
seed production of sugar beet 555
seed production of sunflower 597
seed propagation of ramie 884
seed quarantine 875
seed stock production of sweet potato 172
seed storage 876
seed storehouse 871
seed testing 874
seed treatment 871
seed-bed culture 446
seed-bed management of tobacco 675
seedling culture 755
seedling rot 306
seeds production of tobacco 673
selection 660
selection index 661
selection nursery 661
self-incompatible line 889
semi-wild barley 17
senescence of lower leaves of tobacco 672
sensitivity of rapeseed on the temperature and light 738
sequential cropping 162
sequential cropping rice 314
sesame 811
sesame breeding 815
sesame culture 816
sesame diseases 813
sesame gesmplasm resources 817
sesame oil 815
sesbania 549
shadawang 467
shedding of cotton squares and bolls 307
sheep fescue 692
shifting cultivation 318
shiny bugleweed 124
showy crotalaria 92
shrubby falseindigo 887
sib mating 563
siberian fritillary 711
siborian wildrye 306
siliqua abortion in rapeseed 739
silphium 48
silver 717
silverleaf desmodium 720
single cropping rice 96
single cross 96
single degree of freedom comparison 95
single seed descent 96
siratro 92
sisal 275
slligator alternenthera 513
smooth vetch 214
soft rice 462
soil management system 693
soil tillage 565
soil tillage system 566
soilless rice-nursery 576
soils for tobacco growing 678
solar energy utilization rate 214
somatic cell hybridization 544
sorghum 192
sorghum breeding 202
sorghum culture 202
sorghum diseases 196
sorghum germplasm resources 204
sorghum processing 198
Sorghum Production in China 829
South China Academy of Tropical Crops 250
sowing 26
sowing cotton 375
sowing green mature crops 327
sowing pasture crops 409
sowing wheat 620
soy sauce and vinegar production 820
Soybean 59
soybean 45

soybean breeding 71
Soybean Breeding and Production in China 824
soybean culture 62
soybean diseases 59
soybean germplasm resources 76
soybean growth type 64
soybean introduction 69
soybean maturity groups 67
soybean meal 134
soybean nodules 60
soybean nutrition and fertilizer application 70
Soybean Products 73
soybean quality 66
spearmint 322
spike primordium differentiation 535
split-block design 561
split-plot design 320
spring crops of sweet potato 50
spring maize 51
spring millet 49
spring peanut 49
spring rape 51
spring soybean
spring sweet potato 50
spring tobacco 50
standard partial regression coefficient 23
star anise 11
starch production 126
statistical analysis 563
stepwise regression mothod 878
sterility of the flowering in rapeseed 737
storage of potato 353
storage of seed cane 806
storage of sweet potato 177
stratified slicing method for population study 455
strawberry clover 36
stubble soybean 226
subshrubby peony 405
subsoiling 473
substitution line 93
subterranean clover 125
sudan grass 521
sugar beet 550
sugar beet breeding 557
sugar beet culture 558
sugar beet diseases 552
sugar beet regions in China 848
Sugar Beet Research Institute, CAAS 839
sugar beet root 554
sugar maple 539
sugar palm 541
sugar production 821
sugar sorghum 540
Sugarbeet Production in China 848
sugarcane 178
sugarcane breeding 186
sugarcane diseases 182
sugarcane germplasm resources 190
Sugarcane Production in China 829
summer maize 584
summer millet 583
summer peanut 583
summer soybean 583
summer sweet potato 584
summer tobacco 584
sun hemp 42
sunflower 592
sunflower breeding 596
sunflower culture 598
sunflower culture on saline-alkali soils 595
sunflower diseases 594
sunflower germplasm resources 599
sunflower oil 596
sunflower pollination 595
sunning deflooded paddy field 468
surface tillage 23
swedish turnip 577
sweet clover 36
sweet potato 166
sweet potato breeding 173
sweet potato culture 175
sweet potato diseases 169
sweet potato germplasm resources 176
Sweet Potato Production in China 827
sweet potato regions in China 827
sweetening chrysanthemum 560
synchronous development of plant organs 446
synsepalum dulcificum 474
synthetic variety 890

T

t-test 904
Tainan Branch of Cotton and Jute Research Institute 538
Taiwan Agricultural Research Institute 538
Taiwan Sugar Research Institute, TSRI 538
tall gastrodia 545
tall oatgrass 204
tangshen 100
tatarian aster 887
Techniques of Potato Cultivation 352
telocentric chromosome 135
tendrilleaf fritillary 46
teosinte 308
ternate pinellia 17
terrace culture 543
test cross 39
test of hypothesis 273
test of hypothesis of means 439
test of hypothesis of proportions 43
The Bureau of Cotton Improvement 367
The Bureau of Tobacco Improvement 678
The Chinese National Rice Research Institute 843
The International Center for Agricultural Re-

search in the Dry Ares 216
The International Center for Improvement of Corn and Wheat 218
The International Rice Research Institute 217
The Principle and Practice of Crop Breeding 901
The Production and Processing of Essential Oils of Aromatic Plants in China 850
thinning 273
three way cross 463
threshing 566
thunberg fritillary 805
tillage in sloping field 440
tillering 156
timathy 361
tobacco 667
tobacco curing barn 299
tobacco diseases 669
tobacco leaves 679
Tobacco Production in China 856
tobacco products 677
tobacco quality 683
Tobacco Research Institute, CAAS 839
tobacco smoke 678
tobacco transplanting 675
toowoomla canarygrass 514
top cross 130
topping and pruning of cotton plant 388
topping and suckering of tobacco 54
townsville stylo 1
trailing indigo 441
translocation line 716
transplanting 715
transplanting cotton seedlings raised in soil cubes 385
transplanting foxtail millet 530
transplanting rape seedling 739
transplanting rice seedling 39
transplanting rice seedling with machine 270
transplanting sorghum 715
transplanting young seedlings with bed-soil 650
triple cropping in paddy field 515
triple cropping in rainfed area 222
trisomics 465
triticale 606
tropical kudzu 463
tuberous crop processing 487
tuckahoe 161
turning rice straw into soil as manure 102
turning sweet potato vines 171
turnip 576
twin-grained broom-corn millet 500
two-line hybrid of foxtail millet 527
two-rowed barley 146
twotooth achyranthes 253
types of maize 769
types of rapeseed 735
types of sorghum 200
types of tobacco 672

U

u-test 905
unbiased estimate 576
underground fruiting of peanut 246
unfruitful seeds of millet 19
unsychronized flowering 51
upland cotton 325
upland rice 324
ussuri fritillary 438
utilization of heterosis in cotton 387
utilization of heterosis in rapeseed 742
utilization of heterosis in sunflower 598
utilization of heterosis in tobacco 676
utilization of wild species of peanut 706

V

variation 22
vegetable soybean 361
vegetative growth 725
vegetative organs of crop plant 897
vegetative propagation of ramie 882
velvef bean 308
vigorous winter growth and early spring development of rapeseed 735
villous amomum 49

W

water lettuce 512
water requirement 658
water soaked rice-nursery 480
water-saving culture 282
water-soaked compost 428
waterlogging damage of sesame 817
waterlogging of maize 768
watery rice-nursery 517
weed control 792
weeds in paddy field 114
weeds in soybean field 62
weeds in wheat and barley fields 357
weeping love grass 818
wheat 610
wheat aneuploids 622
wheat diseases 618
wheat field management according to leaf age index 644
wheat germplasm resources 648
wheat milling 646
Wheat Production in China 850
wheat quality 629
wheat regions in China 851

wheat-rice cropping system 110
wightium glycine 573
white clover 13
white-flowered datura 12
wild barley 702
wild broom-corn millet 700
wild clover 700
wild relatives of cultivated plants 707
wild rice 704
wild soybean 701
winged bean 518
winter flooded paddy field 132
winter peanut 132
winter rape 132
winter soybean 132
winter sweet potato 132
winter tobacco 132
winter-sowing of millet 133
woad 521

X

χ^2-test 905
xenia effect 238
Xinjiang wheat 651
Xizang semi-wild wheat 580

Y

yanhusuo 686
yellow flowered alfalfa 255
yield estimation 38
yield estimation of sugarcane 183
yield trial 41
ylang-ylang 710
yucatan tithonia 860
Yunnan wheat 791

Всесоюзный Институт Растениеводства Имени Н. И. Вавилова 453
Научно-Исследавательский Институт Земледелия и Овощеводства в Нови Саде 414
Научно-Исследовательский Институт Кукурузы в Земун 415
Николай Ванович Вавиров 569
Hitoshi Kihara 409
Institutuli de Cerectari Pentru Cereale Si Plant Technice Fundulea 337
Реферативный Журнал Серия Биология Сельскохозяйственных Растений 245
Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau 208
Zeitschrift für Pflanzenzuchtung 819

内 容 索 引

说 明

一、本索引是全卷条目和条目内容的主题索引。

二、索引主题按汉字拼音字母的顺序排列，第一字同音时按声调（阴平、阳平、上声、去声）的顺序排列，同音同调时按笔画多少排列。如拼音字母、声调、笔画数完全相同时，按第二字的音、调和笔画排列。余类推。以拉丁字母、希腊字母和阿拉伯数字开头的主题，依次排在本索引的最后。

三、在本卷中设有条目的主题用黑体字印出，未设条目的主题用普通字体（仿宋体字）印出。

四、索引主题之后的阿拉伯数字是主题内容所在的页码，数字之后的小写拉丁字母表示索引内容所在的版面区域。本卷正文的版面区域划分如右图。

a	d
b	e
c	f

A

阿比西尼亚燕麦……690a
阿芙蓉……725a
阿根廷大豆区划……484c
阿江惠种马铃薯……346e
阿拉拉特小麦……1a
阿片……1c
阿切尔硬皮豆……78b
阿魏酸……100d
埃及棉……3b
埃及三叶……3b
埃及田菁……549f
埃塞俄比亚高粱……193c
埃塞俄比亚画眉草……530c
矮笔花豆……1d
矮慈姑……116a
矮化育种……1e
矮化育种方法……2e
矮化育种概况……1f
矮化育种遗传机理……2b
矮脚南特……105e；507b；843e
矮青木……338b
矮油菜……12a
矮源……1f
矮种椰子……698c
矮子占……845a
矮子占4号……105e
安息香……3c
暗紫贝母……46a
暗紫菜豆……92f
昂蒂布农艺试验站……149e
昂热农艺试验站……149e
凹叶厚朴……233f
奥罗……736f
奥帕克-2……191f
澳洲稗……530c

B

八倍体小黑麦……11c
八角茴香……11c
巴蒂野生稻……801b
巴戟天……10e
巴拉草……5a
巴勒斯坦野生小麦……147c
巴黎士……186f
巴西大豆区划……483f
巴西苜蓿……19a
巴西橡胶……5c
巴西橡胶病虫害防治……8f
巴西橡胶起源和类型……5d
巴西橡胶生产……10c
巴西橡胶无性系选种……7e
巴西橡胶形态特征和生物学特性……6e
巴西橡胶选育种……7b
巴西橡胶有性系育种……7f
巴西橡胶栽培措施……8a
巴西橡胶栽培史……5e
芭实……715e
拔节……898b
耙地……809b
白背飞虱……122e
白菜类型……736a
白菜型油菜……12a；727b
白苣……15d
白车轴草……13f
白顶霜……773d
白耳子……717e
白发病……526d
白合欢……718c
白鹤……773c
白花草木樨……36f
白花荷兰蔓生菜豆变种……141b
白花胡枝子……238e
白花灰叶豆……12c
白花曼陀罗……12e
白花豌豆……570a
白芥……735f
白酒……416f
白糠……108f
白肋烟……13c；673c
白粒丛生菜豆变种……141b

白麻……545c
白木耳…… **13e**；717e
白牛膝……46d
白三叶…… **13e**
白色白肋烟……13c
白芍…… **14d**
白薯……166d
白苏……460d
白甜三叶……36f
白头霜……773d
白药……281d
白叶种苎麻……883e
白叶苎麻……878f
白蚁……185d
白芷…… **15d**
白术…… **14d**
百两金……405d
百脉根…… **16c**
百年兰……150e
百农3217……856a
百叶蔷薇……447f
稗……114c
斑茅属……191a
坂本航……174c
板茬播种……158b
板齿鼠……497f
板蓝根…… **16e**；521b
半冬性多茎匍匐胡麻……237c
半冬性型……738e
半旱育秧……480d
半粒法……734b
半受精……94b
半数体育种…… **16f**
半同胞家系选择……201c
半同胞交配…… **16f**；285a
半夏…… **17b**
半香料型……684a
半兄妹交配……17a
半野生大麦…… **17f**
半野生二棱大麦……17f
半野生六棱大麦……17f
半致矮剂量……160c
半致死剂量……160c
半姊妹轮回选择……771d
绊根草……210d
棒槌……458b
棒瓜……159a
棒子……756f
包胞矮……845e
包胎矮……130c
包选2号……845e
包装计量……874d
苞谷……756f
苞米……756f
孢子体自交不亲和系统……890b
保护地育苗……755d
保护行……486d
报道性文摘……219b
鲍文奎…… **18c**
爆裂型……769e
爆裂玉米…… **18c**
北部春麦区……852b
北部冬麦区……853b
北部特早熟棉区……836c
北柴胡……40c
北德种子公司……312a
北方春薯区……828a
北方花生区……830a
北方小油菜……12b
北非高粱……200d
北沙参…… **19a**；470e
北五味子……578b
北玄参……659d
北洋金花……12f
贝母辛……438d
贝努里分布……148e
鼻烟……677e
彼得巴甫洛夫小麦……651e
秕谷…… **19d**
秕谷率……19d
笔花豆…… **19a**
闭果……893f
闭果亚麻……665e
秘鲁香…… **19f**
蓖麻…… **20b**
蓖麻采收……21d
蓖麻经济价值……20c
蓖麻生产与贸易……20d
蓖麻形态特征……20d
蓖麻油……20c
蓖麻栽培技术……21c
蓖麻籽……20c
碧冬烟……668b
薜……99f
边荛……882b
编写种质资源目录和品种
志……871a
鞭黑穗病……183b
扁刺蛾……135c
扁担草……21f
扁秆藨草……115c
扁荚山黧豆……469d
扁穗冰草……24b
扁穗牛鞭草…… **21f**
扁穗雀麦…… **22b**
扁蓄豆…… **21d**
扁竹……358e；472e
扁竹兰……472e
萹蓄……358e
变黄期……682d
变异…… **22d**
变异数…… **22f**
变异体的选择……820d
变异系数……23b；69a
标记性状的利用……225c
标准差……23b
标准极差……140e
标准偏回归系数…… **23e**
标准误……23c
表儿茶酚……146c
表土耕作…… **23d**
宾门……25c
滨豆……604b
滨海大麦……703e
滨海甜菜……550b
冰草…… **24b**
冰糖……822f
槟榔…… **25c**
饼粕……736f；748f
病害防治…… **24e**
波兰小麦…… **26f**
波斯三叶草…… **27d**
波斯小麦…… **27e**；544e
波叶烟草……668d
剥麻机…… **28b**
播前预防……24f
播种…… **26b**
播种方式……26d
播种量……26c
播种期……26b
播种深度……26d
伯尔辛克值……630c
驳枝……837b
勃劳格，N.E.…… **28f**

亳菊……286c
薄地犁……467d
薄膜育秧……29c
薄荷……29e
薄荷脑……30d
薄荷素油……30d
薄荷油……30c
薄荷原油……30d
檗木……254d
补骨脂……30e
补骨脂乙素……31d
不定根……897d
不完全回交法……264e
不完全叶……898d
布顿大麦草……703b

C

擦米……108f
采集的取样……869f
菜饼……731d
菜豆组根瘤菌……134a
菜麦草……700b
菜油……32d；731d
菜籽饼……32a
蔡旭……32f
蚕豆……33b
蚕豆分类……33c
蚕豆起源和栽培史……33b
蚕豆生产和分布……33d
蚕豆特征特性……33e
蚕豆营养成分与用途……34f
蚕豆栽培……34d
蚕豆种质资源和育种……34b
䅟子……35a
仓库常用器材……871e
仓库管理……871e
糙稃大麦草……703d
草丛矮缩病……120e
草地狐茅……419a
草地早熟禾……802a
草红花……228a
草姜……472e
草芦……35e
草莓三叶……36a
草棉……36c
草木樨……36d
草木樨利用……37d
草木樨组根瘤菌……134a
草芍药……471c
草藤……305a
草田轮作……37f
草头……282e
草原莓系……802a
草子……888e
侧根……897d
侧流烟气……678c
侧穗燕麦……690a
测产……38b
测交……39b
层次式数据结构……870a
插秧……39d
茬口……39f
茶棵子……335f
茶叶花……335f
柴胡……40c
柴胡皂甙……40f
缠绕茎……898a
产胶作物……40f
产量比较试验……41c
铲地……823b
长瓣慈姑……116b
长苞香蒲……591c
长方格子设计……206d
长粉路……647f
长果黄麻……256f
长江流域花生区……831a
长江流域棉区……835e
长江流域夏薯区……828d
长江中下游冬麦区……853e
长期库……864b
长日照植物……215a
长柔毛野豌豆……363c
长穗偃麦草……639a
长药野生稻……801b
长爪沙鼠……497f
常规贮藏……316f
常年麻园的管理……883c
常用的积温……267b
常用数据结构……870a
超低温保存……868f
超级小种……144c
超甜玉米……770a
巢式设计……157c
朝鲜碱茅……42a
耖田……516c；809d
沉淀值……630a
陈经纶……166f
陈世元……166f
陈永康……42c
陈振龙……166f
柽麻……42d
成熟……43a
成数假设测验……43c
程侃声……43e
吃味……684b
蚳母……818c
赤豆……605c
赤腐病……183c
赤朴……233f
赤芍……44a
赤参……99b
赤菽……605c
赤小豆……605c
赤芝……321b
翅荠……449a
虫害防治……44a
虫媒花……893e
重叠基因……268b
重复次数……486b
重组DNA技术……712d
崇明芦稷……540f
抽薹……882b
抽行……882b
抽样……44f
臭芥……735f
臭菊……860e
出糙率……111b
初步整理……870e
初级三体……465b
初生代无性系……7c
初生根……897c
初生胚根……897c
初生纤维……339e
初选……874a
除虫菊……45d
滁菊……286c
锄地……823b
楮……210a
川白芷……15d
川贝……46a
川贝母……46a
川赤芍……471c
川大粳稻……846c
川党参……100e

川黄柏……254d
川菊……286c
川连……256a
川牛膝……46d
川朴……233f
川乌……47b
川芎……47b
穿心莲……48a
串叶松香草……48e
垂铃棉……666d
垂穗大麦草……306e
垂直抗性……293d
锤度……184a
春柴胡……40c
春巢菜……277a
春大豆……49a
春谷……49b
春花生……49d
春化阶段……280d
春砂仁……49f
春薯……50d
春小麦……50e
春性型……738e
春烟……50e
春油菜……51a; 744c
春玉米……51c
纯系……660d
雌雄花期不调……51d
雌雄同株……893e
雌雄异花……893e
雌雄异株……893e
次级三体……465b
次生根……897d
次生胚根……897c
次数分布……51f
次数分布图……52b
次缢痕……457b
刺儿菜……358e
刺拐棒……52e
刺红花……228a
刺激性……684b
刺毛野牵牛……174d
刺五加……52e
刺芯草……215e
粗齿山羊草……638f
粗焦油……678d
粗缩病……762b
催熟……53d
催吐萝芙木……338e

D

达呼里胡枝子……238e
达利雀稗……361f
鞑靼荞麦……448f
鞑靼燕麦……690a
打边心……389a
打顶……54b; 389a
打顶抹叉……54a
打老叶去空枝……389b
打群尖……389a
大白芸豆……141a
大贝……805e
大仓鼠……498a
大巢菜……277a
大刍草……773f
大刺番麻……150f
大豆……54c
《大豆》……59c
大豆病害……59d
大豆虫害……60b
大豆传播……55c
大豆蛋白制品……76b
大豆对环境条件的要求……57e
大豆翻秋……60f
大豆干酪胶……134c
大豆根瘤……60f
大豆根瘤固氮……61c
大豆根外追肥……62a
大豆灌溉……62c
大豆光合效率……63c
大豆光周期性……64b
大豆花荚脱落规律……66a
大豆花荚脱落原因……66b
大豆结荚习性……64e
大豆抗虫育种……65e
大豆抗病育种……65b
大豆落花落荚……66a
大豆贸易……58e
大豆品质……66d
大豆起源……54d
大豆生产概况……58b
大豆生态类型……66f
大豆生育期组……67e
大豆生长调节剂……68b
大豆生长习性……56b
大豆数量遗传……68e
大豆形态特征……55e
大豆需肥规律……70e
大豆需肥种类……70b
大豆演化……54f
大豆遗传力……69b
大豆引种……69e
大豆营养成分……58f
大豆营养与施肥……70b
大豆用途……59b
大豆油……59b
大豆育种……71a
大豆育种方法……71f
大豆育种简史……71b
大豆育种目标……71e
大豆杂草……62f
大豆栽培……62d
大豆质量遗传……72c
大豆制品……73d
大豆种质资源……76b
大豆组根瘤菌……134a
大腹皮……25c
大谷子……49b
大黑豆……141a
大黑芸豆……141b
大花豆……141a
大花茉莉……405a
大花芸豆……141b
大黄……77d
大茴香……11c
大结豆……78b
大茎野生蔗……178f; 190f
大力参……460b
大料……11c
大绿丽金龟……185a
大麻……78c
大麻病害……79d
大麻虫害……80a
大麻沤麻……80b
大麻起源与分布……78d
大麻生物学特性……79a
大麻纤维……79c
大麻形态特征……78e
大麻油……78c
大麻栽培……80b
大麻种质资源……81b
大马色月季……447f
大麦……81d
大麦病害……84d

大麦草……24b；700b
大麦经济价值……84b
大麦平衡三级三体法……225d
大麦起源与演化……82b
大麦生产……81f
大麦生物学特性……83c
大麦属分类……85f
大麦形态特征……82f
大麦芽……87b
大麦育种……87b
大麦育种方法……88e
大麦育种简史……87c
大麦育种目标……87d
大麦栽培……89e
大麦栽培历史……82e
大麦种质资源……90e
大米草……91b
大螟拟丛毛寄蝇……185a
大薸……512c
大青豆……91f
大青叶……91f；521b
大黍……91f
大粟……489f；523f
大田豌豆……570a
大田作物……420b
《大田作物研究》……92c
大头菜……577c
大突肩瓢虫……185b
大型仓库……871d
大叶芥油菜……736a
大叶莲……512c
大叶猪屎豆……92c
大翼豆……92f
大蒴草……514d
代换系……93b
带稃型……687c
戴椮……261e
戴松恩……93d
丹皮……99a
丹皮武……406b
丹参……99b
单倍体鉴定……94c
单倍体育种……94a
单倍体育种特点……95a
单倍体育种应用及前景……95b
单被花……893d
单个自由度比较……95c
单果……893f
单季稻……96a
单交……96c；795d
单交育种法……733e
单交种……96c
单粒传……96e
单粒型种球……551e
单粒种甜菜育种……97b
单列有性多倍化……139d
单葡糖基甜菊糖苷……561b
单体……97e
单体的传递……98a
单体的培育……97f
单体的形态……97f
单体的应用……98b
单尾测验……273f
单性花……893e
单叶……898f
单叶草……315a
单株选择……660b
单子叶作物……894c
淡色晒黄烟……837e
蛋白质遗传……68f
当归……99f
当归芳酮……100d
党参……100d
凼肥……101d
倒伏……101d
倒数的非线性回归方程……155a
倒种春……60f；**102a**
稻白叶枯病……121b
稻草还田……102a
稻茬麦……102c
稻的遗传……103a
稻底麻……106f
稻东格罗病……120d
稻负泥虫……122b
稻谷加工……107b
稻蓟马……122a
稻壳……110c
稻麦两熟……110f
稻米糊化温度……111d
稻米胶稠度……111e
稻米品质……111b
稻米透明度……111b
稻米香味……112a
稻米胀性……112a
稻麦子……651e
稻苗立枯病……120b
稻苗绵腐病……120b
稻普通矮缩病……120c
稻曲病……121d
稻穗麦……651e
稻田复种方式……112c
稻田绿肥……113a
稻田少耕……113c
稻田养萍……113e
稻田养鱼……114a
稻田耘耥……114c
稻田杂草……114e
稻田整地……117f
稻瘟病……120e
稻纹枯病……121c
稻鱼并作……114b
稻鱼轮作……114a
稻种资源……118c
稻纵卷叶螟……122c
稻作病害……119f
稻作虫害……121e
《稻作科学技术》……122f
灯心草……123a
灯心草状野麦草……146a
等级和测验……154e
等级相关……123d
等距离抽样……38c
等位基因……268a
等位基因系……73c
邓肯氏新复极差法……140c
低地薯……425b
低酚棉育种……402e
低脚乌尖……105f
低温仓(库)……871c
低温脱溶的豆粕……76a
低温贮藏……317b
低氧贮藏……317c
滴灌……213a
荻……123d
地扁竹……472e
地丁……467d
地方品种……436a
地骨皮……124d
地瓜……166d
地瓜儿苗……124a
地黄……124e
地蓝……441a
地溜秧……124a
地膜覆盖……124e

地膜覆盖植棉……125c
地膜育苗……755d
地三叶……125e
地毯草……126a
地下贮藏……317d
地中海燕麦……689f
第戎遗传改良试验站……149d
颠茄……126b
颠茄碱……126e
颠茄立枯病……126d
颠茄疫病……126d
典型混合法……265c
点播……26e
点浆……74b
电阻法……296c
淀稻……473f
淀粉生产……126e
靛甙……521f
丁香……129b
丁香立枯病……129e
丁香罗勒……**129f**; 337e
丁香梢枯病……129e
丁香油酚……131d
丁颖……129f
丁振麟……130d
丁子香……129b
顶端生长……898b
顶交种……130e
顶芒山羊草……637f
顶叶……682a
定日型植物……215b
定色期……682e
东北半湿润早熟单季稻作区……826d
东北春麦区……851d
东北细辛……130f
东方小麦……131d
东方燕麦……690a
东莨菪碱……126e
冬闲田放养……113f
冬大豆……132b
冬繁加代……72a
冬花……303a
冬花生……132b
冬浸田……132c
冬沤田……132c
冬薯……132b
冬水田……132c
冬苕子……363c
冬小麦……132e
冬性型……738e
冬亚麻……665f
冬烟……132e
冬油菜……**132f**; 730e; 744b
冬月种谷法……133c
动力剥麻皮机……28c
冻垡……516c
冻干参……460b
冻谷……133c
斗烟……677d
豆豉……74f
豆脯……75a
豆腐……75f
豆腐类制品……74a
豆芫菁……142a
豆荚螟……142a
豆浆……73e
豆类作物……133d
豆炼乳……75e
豆奶……75d
豆粕……134b
豆乳粉……75d
豆芽……74e
豆油……134d
独根草……319b
独立分配定律……366c
独立性测验……906c
毒麦……357e
芏……441c
杜仲……41a; **134e**
杜仲根腐病……135c
杜仲胶……135d
杜仲立枯病……135c
杜仲叶枯病……135c
端体……135e
端着丝点染色体……135e
端着丝粒分裂情况……136b
短萼灰叶……12d
短粉路……647f
短芒大麦草……703a
短期库……864b
短日照植物……215a
短燕麦……690a
短叶茳芏……136b
短叶龙……273a
短叶片种马铃薯……350d
短叶野大豆……701c
蹲苗……137a
蹲腐……74c
钝稃野大麦……17f
钝叶肾形草……5a
盾片……898c
多倍体甜菜育种……137c
多倍体育种……138b
多边形图……52d
多变小冠花……139e
多重比较……140c
多刺田菁……549f
多萼种马铃薯……346e
多酚物质……32c
多个样本平均数的假设测验……904d
多花菜豆……141a
多花果……894b
多花黑麦草……142b
多花胡枝子……238e
多级抽样设计……157d
多粒型花生……143a
多粒型种球……551e
多棱大麦……142d
多年生黑麦草……143b
多年生小麦……789c
多熟种植……143f
多系品种……**143f**; 293f
多项式回归方程……155d
多叶烟……144d
多元回归分析……263d
多元决定系数……162d
多元线性回归……144e
多元相关系数……162b
多汁果……893f

E

俄罗斯草木樨……37b
俄罗斯新麦草……146a
俄罗斯野麦草……146a
莪菜……302c
莪术……**146a**; 784b
鹅肠草……358f
鹅儿花……575a
鹅观草……586b
垩白度……111b
鄂晚5号……847a
蒽醌系的红紫素……447d

儿茶……146b
儿茶单宁酸……146c
儿茶精……146c
二宝花……283f
二点螟……184d
二化螟……122d
二环系……146f
二级分蘖……157b
二级分支式设计……157c
二甲基亚矾……139c
二九青……843f
二粒小麦……147c
二棱大麦……146f
二色胡枝子……238c
二熟制……148a
二系法……225b
二项分布……148d
二至谷……133c

F

发根返苗期……175e
发酵大豆制品……74f
发芽……149a
发芽力……875a
法国农作物研究机构……149c
法国蔷薇……447f
番豆……239c
番红花……149e
番红花苦甙……150d
番红花醛……150d
番红花酸二甲酯……150d
番麻……150e
番木鳖甙……470d
番茄薯……545a; 790d
番薯……166d
番泻甙……583b
番泻叶……**150f**; 582f
番油菜……166c
翻蔸……882b
翻耕……**151a**; 267e
翻秋……102a
凡尔赛遗传改良试验站……149d
繁村亲……174c
繁缕……358f
繁穗苋……586c
繁殖二体不育系的作法……225e
反病率……292a
反应变数……263d
反应面回归设计……896e
返魂草……887e
饭豆……**151d**; 278b
方差……22f
方差分析……152d
方梗泽兰……124a
方块糖……822f
方柱形图……52d
防杂保纯……154a
房式仓……316a; 871b
非参数测验……154d
非传染性病害……25b
非等位基因……268a
非发酵性制品……73d
非轮回亲本……264e
非孟德尔遗传……581d
非线性回归……155a
非遗传变异……22e
非整倍体……156a
非整倍性变异……156a
非洲病毒病……408e
非洲的黑马唐……530c
非洲狗尾草……156b
非洲棉……36c; **156d**
非洲栽培稻……704a; 801b
肥料种类……480e
肥田萝卜……156d
肥羊狐茅……692e
废丝……823a
费雪氏保护性LSD法……140d
分层抽样……45b
分蔸法……882b
分级……874b
分级移栽……715d
分类程序……870c
分离定律……366a
分蜜……822b
分蘖……**156f**; 898b
分蘖成穗率……157b
分蘖节……157a; 898b
分蘖力……157b
分蘖特性……877d
分期育苗……715d
分生组织保存……868e
分枝臂形草……530c
分枝根……897d
分枝结薯期……175e
分支式试验设计……157c
分株法……882c
粉蓝烟草……668d
粉色香叶天竺葵……592b
粉质型……769d
粉质玉米……157f
风媒花……893f
风茄花……12e
风蚀地栽培……158a
疯长……401d
蜂蜜……540f
冯吉西杜姆小麦……**158d**; 544e
冯泽芳……158e
凤梨病……182e
凤眼莲……513b
佛手瓜……159a
伏地肤……161a
伏尔加草木樨……37b
茯苓……161c
茯苓酸……161f
浮水稻……473e
符号测验……154e
辐射育种……159b
腐肠……262d
腐乳……75b
腐殖质化……328a
腐竹制品……74d
附加系……163f
附子……**164e**; 575a
复等位基因……268a
复果……894b
复合杂交……**162a**; 795f
复合种……162a
复交育种法……733f
复决定系数……162d
复相关系数……162b
复叶……899a
复置抽样……45a
复种……162d
复种绿肥……331f
复种指数……162e
富利哈种马铃薯……346f
富民隆……139c
覆盖……**163b**; 403e

G

改良品种……436c
改良穗行选择……771b
盖氏虎尾草……165a

干干湿湿……274b
干归…… 99f
干焦油……678d
干筋期……682f
干果……893f
干物重……165c
甘草……165d
甘草苷A……560d
甘草苷B……560d
甘草素……166b
甘蓝型油菜……166b; 727e
甘蓝类型……736b
甘露秧……124a
甘薯……166d
甘薯病害……169c
甘薯不亲和性……170d
甘薯长足象……170e
甘薯虫害……170d
甘薯疮痂病……169f
甘薯蠹野螟……171b
甘薯翻蔓……171f
甘薯高温愈合处理……172a
甘薯根腐病……169d
甘薯根结线虫病……170b
甘薯黑斑病……169d
甘薯茎线虫病……170b
甘薯烂根病……169d
甘薯良种繁育……172a
甘薯麦蛾……171a
甘薯潜蛾……171c
甘薯软腐病……169e
甘薯实生苗培育……174e
甘薯天蛾……171a
甘薯瘟病……169f
甘薯小象甲……170e
甘薯芽变……172e
甘薯芽变体选择……174f
甘薯叶甲……170f
甘薯饴糖……488e
甘薯蚁象……170e
甘薯诱导开花……172f
甘薯育苗……172f
甘薯育种……173c
甘薯栽培……175a
甘薯种质资源……176b
甘薯皱缩花叶病……170a
甘薯贮藏……177b
甘薯贮藏窖……177c
甘薯贮藏生理……177b
甘藷……166d
甘肃贝母…… 46a
甘蔗……178d
甘蔗病害……182d
甘蔗测产……183f
甘蔗虫害……184c
甘蔗扁飞虱……185c
甘蔗扁角飞虱……185c
甘蔗长蝽……185d
甘蔗飞虱……185c
甘蔗红粉蚧……185c
甘蔗花叶病……183d
甘蔗灰粉蚧……185c
甘蔗良种加速繁殖……185e
甘蔗绵蚜……185a
甘蔗螟虫……184c
甘蔗收获……186b
甘蔗育种……186e
甘蔗栽培制度……189c
甘蔗制糖……821e
甘蔗种质资源……190b
甘蔗综合利用……191b
柑桔粉蚧……146e
杆行试验……896a
感米……715e
䅟米……715e
岗柴……123e
高根……211a
高贵化育种……187a
高狐茅……419a
高级食用油……403d
高芥酸……731d; 736f
高拉山小麦……131d
高赖氨酸玉米……191e
高粱……192f
高粱矮花叶病……197c
高粱斑点病……197c
高粱豹纹病……197b
高粱北方炭疽病……197b
高粱病害……196f
高粱播种……203a
高粱虫害……197c
高粱长椿象……197d
高粱大斑病……197b
高粱低温冷害……198a
高粱加工……198c
高粱坚黑穗病……197a
高粱类芦苇亚种……194a
高粱类型……200a
高粱裂秆亚种……194a
高粱轮作……202f
高粱麦角病……197c
高粱芒蝇……197d
高粱煤纹病……197b
高粱群体改良……200e
高粱散黑穗病……197a
高粱施肥……203e
高粱收获……203f
高粱丝黑穗病……197a
高粱穗隐斑螟……197f
高粱炭疽病……197b
高粱条螟……197e
高粱条纹病……197b
高粱纹枯病……197c
高粱蚜……197d
高粱育性鉴定……201e
高粱育种……202a
高粱栽培……202f
高粱栽培亚种……194a
高粱整地……203a
高粱种植密度……203b
高粱种质资源……204a
高粱舟蛾……197d
高粱蛀茎夜蛾……197e
高粱资源收集保存……204b
高粱资源研究利用……204c
高粱紫斑病……197b
高粱紫轮病……197b
高山薯……425b
高斯分布……810b
高温愈合处理……178b
高燕麦草……204e
高油玉米……205a
高原地区气候特点……205d
高原地区作物栽培……205c
高原地区作物栽培的特点……205e
高原棉……325a
高种椰子……698c
藁本内酯……100d
鸽豆……406c
搁田……468b
格罗斯……191e
格子设计……896d
格子试验设计……206a

葛藤……207b
割胶……9e
割胶制度……9f
割手密野生种甘蔗……178e; 190e
隔裂基因……268c
根……897c
根拔……734f
根茬覆盖……158b
根蒐……879b
根据棉花染色体数目的分类……391e
根据棉花形态特征的分类……391d
根据棉花芽色体组的分类……391e
根瘤菌接种……409f
根外追肥……481c
根系……897d
根用甜菜……550b
耕翻……809a
耕作学……207e
《耕作与植物栽培杂志》……208b
耕作制度……208c
耕作制度历史发展……208d
工厂化育秧……209b
工业用油……736f
工艺成熟……43a
工艺用高粱……200c
公立研究机构……364f
公母草……271d
贡菊……286c
沟播种谷法……209d
沟灌……212f
狗尾草……357d; 535f
狗牙菜……358e
狗牙根……210d
狗爪豆……308e
枸杞……210a; 418c
构树……210a
古柯……211a
谷浆树……210a
谷莠子……211d
谷子……211f
固氮机理……61d
固氮量……62a
瓜蒌……211f
刮剥……882a
栝楼……211f
栝楼蛋……211f
栝楼皮……211f
栝楼仁……211f
挂灰……682f
拐牛膝……46d
关系式数据结构……870b
观察鉴定……870f
冠层结构……877b
莞草……136c
莞根……576f
灌溉……212d
灌溉定额……212e
灌溉洗盐……685d
灌溉制度……212d
灌浆……213a
灌浆期……213b
灌水定额……212d
灌水方法……212f
光背蔗龟……185a
光高粱……194a
光果甘草……165d
光合产物运输和分配……63e
光合速率……63d
光呼吸……213d
光茎蓝草……802a
光能利用率……214b
光皮木瓜……562a
光雀麦……575f
光苕……214d
光身稻……704a; 801c
光头稗……115a
光叶苕子……214d
光叶紫花苕子……214d
光照处理……272d
光照阶段……280f
光周期现象……214e
桄榔属……542a
广场矮……845a
广场13号……844e
广赤眼蜂……184f
广东人参……579c
广藿香……215e
广陆矮四号……844a
广木香……216c; 790e
规那树……319e
桂朝2号……845c
桂花黄……846d
桂皮醛……461d
桂树……461d
国际半干旱热带地区作物研究所……216c
国际冬小麦白粉病圃……624f
国际干旱地区农业研究中心……216e
国际理事会……216e
国际马铃薯中心……217a
国际农业研究磋商小组……218d; 867a
国际农业研究中心……866e
国际热带农业研究所……217c
国际水稻研究所……217e
国际小麦病圃……624f
国际玉米小麦改良中心……218a
国际植物遗传资源委员会……**218c**; 867a; 869d
国内检疫……875f
国外农学丛刊及文摘……824a
国外作物文摘刊物……218f
果壳……693f
果梨……693f
果实……893f
果园草……271a
果蔗……219b
果蔗剥叶……219e
果蔗的栽培技术……219d
果蔗收获贮藏……219f
果针……246b
过熟期……680d

H

孩儿茶……146b
孩儿参……221a; 538f
海岛棉……220a
海登赖希种子公司……312a
海军豆……442c
海南萝芙木……338b
海南砂仁……49f
海斯，H.K.……220d
海枣……697a
害虫……44b
寒害……295d
寒露风……221a
汉城细辛……131a
汉尼昆……265a
旱地分布……223c
旱地耕作制……221b
旱地耕作制的轮作换茬方

式……221f
旱地耕作制中的熟制……221e
旱地三熟制……222b
旱地小麦……222d
旱地栽培……223b
旱地植棉……224a
旱稻……221b
旱农……221c
旱三熟……222b
旱秧田管理……224f
旱秧田选地和床土培养……224d
旱育秧……224d
旱直播……224f
杭白芷……15d
杭菊……286c
亳糜……700e
禾根豆……226d
禾稼……420b
禾萱草……575f
合瓣花……893d
合理轮作……223e
合萌……226b
合轴分枝型……157a
何炳棣……166f
河八王属……191a
荷包豆……226b; 312c
荷兰薯……343e
核不育……225a
核基因……267f
核外基因……267f
核外基因系统……269b
核外遗传……581d
核型分析……457e
核雄性不育……225a
褐飞虱……122e
褐家鼠……497f
褐蓑蛾……135c
鹤山烟……837b
黑斑向日葵……600b
黑翅土白蚁……185d
黑儿茶……146b
黑饭豆……574b
黑粉病……761f
黑豇豆……574b
黑麦……226e
黑脐豆……278b
黑森瘿蚊……621f
黑参……659d
黑尾叶蝉……122a
亨加利高粱……200e
烘干……874a
烘术……15c
红410……844b
红车轴草……233a
红顶草……609a
红豆……605c
红豆草……227c
红根……99b
红花……228a
红花草……228a; 888e
红花丛生菜豆变种……141b
红花对环境条件的要求……228e
红花经济价值……228a
红花起源与分布……228b
红花生产概况……228c
红花收获……229b
红花形态特征……228c
红花烟草……668c
红花栽培技术……228f
红蓝……228a
红蓝花……228a
红麻……229b
红麻病害……230a
红麻虫害……230d
红麻短光照制种……230f
红麻根结线虫病……230c
红麻抗炭疽病育种……231b
红麻立枯病……230c
红麻沤麻……231d
红麻起源与分布……229c
红麻生物学特性……229f
红麻炭疽病……230b
红麻形态特征……229c
红麻栽培……231d
红麻种质资源……232c
红麻综合利用……232f
红蚂蚁……185a
红萍……359f
红三叶……233a
红三叶收获利用……233e
红三叶特性……233c
红三叶特征……233a
红三叶栽培技术……233d
红苕……166d
红参……460a
红薯……166d
红尾白螟……184f
红苋……586c
红腺忍冬……283f
红小豆……233f; 605c
洪春利……507b
洪群英……507b
厚皮……233f
厚朴……233f
厚朴酚……234d
忽布花……432b
胡豆……33b
胡椒……235a
胡椒病害……235e
胡椒害虫……235f
胡麻……236e; 665f; 811b
胡麻起源与栽培史……236f
胡麻生产概况……237a
胡麻生物学特性……237f
胡麻收获……238c
胡麻形态特征……237c
胡麻栽培技术……238b
胡麻栽培类型……237b
胡枝子……238c
葫芦巴……236b; 589f
葫芦巴碱……483c
葫蒜……425d
湖南稷子……481e
蝴蝶豆……234e
糊化温度……119f
糊片……682f
虎须……303a
互补作用……268f
互交育种法……733f
花……892f
花的种类……893c
花而不实……737d
花粉培养……238f
花粉直感……238f
花碱土……686a
花苜蓿……21d
花旗参……239c; 579c
花器……893a
花生……239c
花生饼粕……242a
花生病毒病……243b
花生病害……242f
花生成分和用途……241f
花生虫害……243f

花生传播史……239d
花生的分类……244e
花生的收获……247a
花生地膜覆盖栽培……245f
花生地下结实……246b
花生对环境条件的要求……241c
花生根结线虫病……243c
花生根瘤……246c
花生根瘤菌剂……246c
花生国际分类……244f
花生国际贸易……242d
花生荚果安全贮藏……247b
花生荚果害虫……244b
花生茎叶的害虫……244a
《花生科学》……246d
花生良种繁育……246e
花生起源……239c
花生青枯病……243d
花生仁……239c
花生生产概况……242a
花生收获……246f
花生形态特征……240a
花生锈病……243a
花生叶斑病……242f
花生油……247d
花生需钙特性……247c
花生育种……249b
花生育种概况……249b
花生育种技术……249e
花生育种目标……249d
花生栽培……247f
花生中国的分类……245b
花生种质资源……248d
花生种子含油量……247d
花生种子和幼苗害虫……243f
花生资源保存方法……248f
花生资源概况……248e
花生资源整理鉴定……248f
花王……405d
花位……291b
花序……893a
花序果……894b
花烟草……668d
华北半湿润单季稻作区……826b
华忽布……432c
华南冬麦区……854b
华南棉区……836d
华南热带作物科学研究院……250b
华南湿热双季稻作区……824f
华中湿润单、双季稻作区……825d
华中五味子……578c
华细辛……131a
华竹矮……119d
化学除草……792c
化学防治……25a; 44d
化学控制……251b
化学膜覆盖……163c
化学杀雄……250d
化学杀雄的原理……250f
化学调控……251b
化学诱变处理……252c
化学诱变机理……252b
化学诱变剂的种类……252a
化学诱变育种……251f
化学杂交剂……250e
划类选点……38c
怀菊……286c
怀牛膝……253e
怀庆地黄……253a
怀山药……489b
槐蓝……304f
淮山……489b
环境反应……296e
缓效灭鼠剂……498b
黄刺蛾……135c
黄柏……254d
黄斑病……183a
黄檗……254d; 255b
黄翅大白蚁……185d
黄豆……54c; 255b
黄豆树……406c
黄粉……432d
黄冈烟……838b
黄狗尾草……535f
黄河流域棉区……835b
黄花草木樨……37a
黄花苜蓿……255b
黄花烟……255e; 668b; 673c
黄花烟草……668c
黄淮冬麦区……853d
黄淮流域春夏薯区……828b
黄金茶……262d
黄酒……416d
黄壳早廿日……846a
黄蓝……228a
黄连……256a
黄麻……256e
黄麻病害……258a
黄麻虫害……258e
黄麻苗期管理……260f
黄麻起源……256f
黄麻桥夜蛾……258e
黄麻生产分布……257f
黄麻生物学特性……257e
黄麻收获……261b
黄麻旺长期管理……260f
黄麻纤维……259d
黄麻纤维发育……259e
黄麻繁殖……259b
黄麻纤维理化性质……260c
黄麻形态特征……257a
黄麻栽培……260d
黄麻整地播种……260e
黄麻种质资源……261b
黄毛鼠……498a
黄螟……184d
黄牡丹……405d
黄皮树……254d
黄芪……261e
黄芪病虫害……262b
黄芩……262c
黄芩素葡萄糖甙……101c
黄参……458a
黄鼠……497f
黄薯蓣……425d
黄粟……489f
黄胸鼠……497f
黄耀祥……263b
黄羽扇豆……755b
黄樟醚……131d
黄独……425d
黄籽品种……736f
黄籽油菜……745a
黄籽育种……736f
灰分覆盖……163e
灰灰菜……357f
灰萝卜……577c
灰条……357f
灰叶豆……12d
灰叶剑麻……265a
回交……263e; 796a
回归分析……263d
回交育种……263e
回交育种方法及原理……264a

回交育种概况……263f
回交育种评价……264f
茴香油……11c
会及……578b
混合法……265c
混合集团选择……201c
混合型烟……677d
混合型冷害……198b
混合选择……660b; 771b
混杂试验设计……266a
混杂设计……896c
混作……266d
混作稻……266f
活动积温……267b
活动温度……267c
活力……875b
火管烤烟……299a
火麻仁……78c
藿香……215e

J

机械插秧……270c
机械除草……792b
机械化收获……487b
机械化圆筒仓……871c
机械混杂……154b
机械灭鼠……498c
机械通风设备……871d
机械制麻……276d
肌醇六磷酸……32c
鸡肠风……10e
鸡儿……284c
鸡脚草……271a
鸡舌香……129b
鸡豌豆……723a
鸡眼草……271d
鸡眼豆……604b
鸡腰果……693e
鸡爪谷……35a
鸡爪连……256a
积温……267a
基本耕作……267d
基因……267f
基因重组……22d
基因的相互作用……268e
基因定位……269b
基因概念的发展……268a
基因工程……270c; 712d
基因工程步骤……712d
基因突变……22d
基因与环境的相互作用……269a
基因在染色体上位置的作用……269c
基因资源……270c; 865b
吉粳61……119c
极差……22f
集约耕作制……208e
几内亚草……92a
蓟菜……358e
济命菜……513e
稷……271f
稷子……489f
加工工艺……747d
《加拿大植物科学期刊》……271f
加速世代……271f
加速世代概况……272a
加速世代种子处理……272c
加速世代主要技术……272b
加藤茂苞……501d
家白蚁……185d
嘉南8号……847b
荚果……894a
荚色遗传……72d
假菠萝麻……273a
假黄麻……256f
假基因……268e
假设测验……273b
假受精……94b
假苏……285e
槚如树……693e
尖稃野大麦……18b
尖叶番泻树……582f
坚尼草……92a
检索程序……870c
检索性文摘……218f
检疫……44b
剪刀草……472e
剪口……465a
减少秕谷的主要措施……19e
减少花荚脱落的措施……66c
简纯度……184c
简单随机抽样……45a
简易剥麻机……28c
碱草……692c
碱基的置换……565b
碱蒿……549c
碱茅……275d
碱土……685f
间接鉴定……297b
间苗……273f
间歇灌溉……274b
间种、套种绿肥……332b
间作……274c
间作稻……275d
间作发展与分布……274d
间作类型和方式……274e
建立数据库管理系统……870c
剑麻……275f
剑麻加工……276d
剑麻特征、特性……276a
剑麻栽培技术……276b
剑麻综合利用……276e
渐狭叶烟草……668d
鉴定圃……41d
箭筈豌豆……277a
箭麻……545c
江荻……123e
姜……277d
姜黄……278a; 784b
豇豆……278a
豇豆分类……278b
豇豆起源和栽培史……278b
豇豆生产与分布……278c
豇豆特征特性……278d
豇豆营养成分及用途……279b
豇豆栽培……279a
豇豆种质资源和育种……278f
豇豆主要病害……279b
豇豆族固氮细菌……246c
豇豆组根瘤菌……134a
浆果……893f
蒋森草……279c
绛三叶……279e
交互轮回选择……201d
胶稠度……119f
胶树……5c
蛟河烟……838d
蕉麻……279f
脚叶……682a
酵母花……432b
藠头……425d
阶段发育……280c
阶段发育机理的研究……280f
阶段发育理论……280c

阶段发育理论的实践意义……281c
阶段发育理论的异议…………281b
阶梯杂交……………………796a
秸秆覆盖……………………163c
节……………………………898a
节根…………………………897d
节骨草………………………358f
节间…………………………898a
节节菜………………………116b
节节草………………………358f
节节梯牧草…………………425b
节水播种……………………223e
节水栽培……………………282a
结荚习性遗传………………72f
桔梗…………………………281d
解蠡…………………………715e
芥菜类型……………………736a
芥菜型油菜……………282c; 727d
芥酸…………………………734a
芥子…………………………735f
金边龙舌兰…………………150f
金不换………………………464b
金狗尾草……………………535f
金光菊………………………860e
金花菜………………………282e
金皇后………………………773b
金鸡勒………………………319e
金鸡纳………………………283b
金鸡纳生物碱………………320b
金甲豆………………………312c
金冠草………………………361f
金善宝………………………283c
金丝雀草……………………514f
金丝桃武……………………303e
金学曾………………………166f
金银花………………………283f
筋条…………………………465a
紧穗高粱……………………200a
锦鸡儿………………………284c
槿麻…………………………229b
近交…………………………285a
近亲繁殖……………………285a
浸出法………………………748a
浸提法………………………403c
浸种…………………………871f
茎……………………………898a
茎秆结构……………………877c
经济产量……………………891f
经济系数……………………892a
经济作物……………………285c
荆芥…………………………285e
荆三棱………………………115b
粳稻…………………………285d
粳稻品种……………………846a
精米豆………………………151d
精米率………………………111b
精密播种……………………26e
精密播种机…………………548b
精选…………………………874b
净度…………………………875a
净同化率……………………478e
净作法………………………144c
九叶木蓝……………………441a
久慈普氏种…………………350a
酒石酸………………………562d
救荒野豌豆…………………277a
旧头蔗………………………522c
居间生长……………………898b
菊……………………………286c
菊花…………………………286c
菊芋…………………………425b
巨胜…………………………811b
拒虫性………………………294a
具钩山绿豆…………………720b
距瓣豆………………………234e
聚合草………………………287c
聚合杂交……………………796a
聚合杂交法…………………264f
聚伞花序……………………893c
矩镰果苜蓿…………………412e
卷茎蓼………………………358b
卷烟…………………………677c
决定系数……………………288a
嚼烟…………………………677f
角果……………………729e; 894a
均积…………………………651a
均姜…………………………277d
莙荙菜………………………709e
菌棒…………………………545f
菌床…………………………545f
菌丝引………………………161e
菌枝…………………………545f

K

咖啡…………………………289a
卡松古拉种…………………156b
卡开芦………………………323f
凯勒…………………………540f
坎佩尔农艺试验站…………149e
砍株法………………………680e
看花豆………………………141a
看麦娘………………………357d
看苗诊断……………………290b
糠栖…………………………108f
抗病性鉴定…………………291c
抗病遗传……………………73a
抗病育种……………………292c
抗病育种方法………………292f
抗病育种概况………………292d
抗虫性鉴定…………………294a
抗虫育种……………………294d
抗寒性鉴定…………………295d
抗寒性人工模拟鉴定………296b
抗旱措施……………………223d
抗旱性鉴定…………………296d
抗旱性人工模拟鉴定………297a
抗旱作物和品种……………223f
抗逆育种……………………297d
抗逆育种方法………………298b
抗逆育种概况………………297e
抗生性………………………294a
抗源布局……………………293f
抗源积累……………………293e
抗源轮换……………………293e
考察地点……………………869e
烤青…………………………682f
烤田……………………137c; 468b
烤烟……………………299a; 673a
烤烟的基本颜色……………683b
烤烟的香气…………………684a
烤烟房………………………299b
烤烟型………………………677c
科尔马农艺试验站…………149e
科尔希二粒小麦……………300c
颗冻…………………………303a
可可…………………………300e
可拉…………………………301d
可离…………………………471c
克旱8号……………………856b
克莱蒙费朗遗传改良试验站…………………………149d
克莱因万茨雷本纳种子公司…………………………313b
空肠…………………………262d

空白试验……**301f**
空秆……**302b**
空间隔离……764f
空心莲子草……116c
空株……302b
控制蕾铃脱落的途径……308b
口岸检疫……875e
苦草……467d
苦胆草……48a
苦麻菜……302c
苦荬菜……**302c**
苦荞……**448f**
库房……864b
块根……897d
块根盛长期……175f
宽叶地毯草……126a
宽叶龙舌兰……150e
宽叶雀稗……**302f**
宽叶野生大豆……701d
款冬……**303a**
款冬二醇……303e
矿质化……328a
奎宁树……319e
昆诺阿藜……309d
阔叶萝芙木……338c

L

拉丁方设计……**304a**
拉拉藤……358c
拉希华……188a
蜡烛稗……807b
莱阳参……470e
兰花籽……735f
蓝……**304d**
蓝花草……305a
蓝花春子……305e
蓝花秋子……305d
蓝花苕子……**304f**
蓝花子……**305c**
蓝羽扇豆……755b
榄核莲……48a; **305f**
烂茎……306b
烂铃……**305f**
烂秧……**306b**
烂种……306b
榔玉……25c
莨菪碱……126e
蝣豆……702b
老君扇……472e
老来青……846d
老芒麦……**306d**
老头蔗……522c
涝豆……549c
雷思遗传改良试验站……149d
雷伊……540f
累加作用……268f
蕾铃脱落……**307a**
蕾铃脱落的机理……307c
蕾铃脱落规律……307b
蕾薹受冻……735a
类芦苇高粱……193f
类玉米……773f
类玉米学说……773f
冷床育苗……755e
冷冻马铃薯饼……488e
离瓣花……893c
离草……471c
离果山羊草……638f
离体培养单倍体组织……94f
离体诱导……94b
梨食……471c
黎豆……**308d**
黎明……105f
黎优57……847f
藜……357f
藜谷……**309d**
藜谷形态与特性……309d
藜谷营养和用途……309f
李竞雄……**310b**
李先闻……**310e**
李振声……**311a**
里德利H.N……**311c**
里外青……91f
理想株型育种……878a
立茬过冬……158b
立方格子设计……206f
立筒仓……316b
丽欧……540e
利马豆……**311f**
利马豆分类……312a
利马豆起源和栽培史……312a
利马豆生产和分布……312b
利马豆特征特性……312b
利马豆营养成分和用途……313a
利马豆栽培……312f
利马豆种质资源和育种……312e
粒用高粱……200c
连母……818c
连拿巴图涵基里……590e
连锁遗传……**313d**
连锁遗传群……73b
连续法……127f
连作……**314b**
连作稻……**314e**
连作稻起源……314f
莲塘早……843e
联邦德国农作物研究机构……313a
联邦农林食品部……313b
联邦农业研究院作物栽培
　和育种研究所……313c
链荚豆……**315a**
粮仓……316a
粮食贮藏……**315f**
粮食贮藏技术……316f
粮食贮藏原理……316b
粮食贮藏简史……315f
粮食作物……**317e**
粮饲轮作……**317f**
两点测验法……269c
两段育秧……**318b**
两级抽样……45b
两熟棉田……396c
两性花……893e
两因素分枝式……153c
两因素交叉式……153b
两用型胡麻……237c
凉米……108f
晾烟……**318d**; 673b
辽细辛……130f; **318f**
辽五味子……578b
蓼蓝……304d
蓼蓝豆……315a
撂荒……**318f**
撂荒耕作制……319b
列当……**319b**
列氏金鸡纳树……**319d**
裂果……893f
裂区设计……896b
裂区试验设计……**320b**
林奇……188a
林烟草……668c
临界日长……215c
临界水分……868b
淋饭酒……416e

蔺草……538b
灵芝……321b
灵芝草……321b
铃铛花……281d
铃重的构成因素……391b
零耕……403e
刘后利……321e
刘应祥……322a
留兰香……322c
留求子……482f
琉武……32b
柳豆……406c
六倍体小黑麦……322f
龙舌兰……273a
龙舌兰杂种第11648号……322f
龙生型花生……323b
龙爪稷……35a
龙爪粟……35a
砻谷……108b
垄作栽培……323c
垄作栽培的耕作及轮作方式……323e
垄作栽培的主要播种方式……323d
卢守耕……324c
卢西尼昂遗传改良试验站……149d
芦豆苗……469d
芦穄……192f；540b
芦粟……192f；540b
芦苇……115a；323f
泸场3号……844f
泸双1011……845c
泸选19……846e
陆财号……843e
陆稻……324e
陆地棉……325a；789b
鹿韭……405d
路荪……885b
潞党参……100e
露地育苗……755d
驴豆……227c
葎草……358c
绿豆……325c
绿豆起源和栽培史……325c
绿豆生产与分布……326a
绿豆特征特性……326b
绿豆营养成分及用途……327a
绿豆栽培技术……326e
绿豆种质资源……326b
绿肥播种……327b
绿肥播种方法……327c
绿肥发展……331b
绿肥翻压……327d
绿肥腐解……328a
绿肥类型……328f
绿肥资源……329a
绿肥作物……328c
绿肥作物历史……328d
绿肥作物种植方式……331c
绿肥作用……330c
绿壳砂仁……49f
绿麻……256e
绿萍……359f
绿色革命……436c
绿黍……332e
绿穗苋……586c
绿天麻……545b
绿苋……358b
绿叶山绿豆……332f
绿叶山蚂蟥……333a
绿叶苎麻……883e
氯化三苯四氮唑还原法……296d
滤浆……73f
滤泥……823a
卵石砂田……466c
卵叶山绿豆……333d
卵叶山蚂蟥……333d
卵叶野生大豆……701c
伦波小黑麦……607a
轮回亲本……264e
轮回选择……201c；333f
轮回选择的具体方法……334e
轮生花序高粱……193f
轮种绿肥……331d
轮作……335a
轮作除草……792c
轮作发展……335b
轮作类型……335e
轮作效益……335d
罗布麻……335f
罗布麻生物学特性……336b
罗布麻形态特征……335f
罗德草……165a
罗汉豆……33b
罗汉果……336c
罗勒……337c
罗马尼亚丰杜良粮食和经济作物研究所……337f
罗千京……119c
萝卜子……305c
萝芙木……338b
裸大麦……81e；338f
裸粒型……687c
裸燕麦……689b
洛霍夫—彼得古斯种子公司……312a
络麻……256e
落地松……239c
落豆秧……469d
落花生……239c

M

麻豆秧……467d
麻类作物……339a
麻纤维……339d
麻玉果……17c
马鞭梢……21f
马齿型……769c
马齿玉米……340a
马丁法……127c
马盖麻……340a
马哈潘基里……590e
马哈烟……340c
马克斯·普兰克协会……312b
马克西米氏向日葵……600b
马来毛蔓豆……362f
马蓝……304d
马里兰烟……318f
马料豆……405c
马铃薯……340c
马铃薯病害……343e
马铃薯播种……351f
马铃薯播种方法……352a
马铃薯播种密度……352b
马铃薯播种适期……351f
马铃薯虫害……345d
马铃薯的次生……345f
马铃薯对环境条件的要求……342f
马铃薯繁育技术……348d
马铃薯繁育体系……348b
马铃薯分类……346c
马铃薯良种繁育……348b
马铃薯起源传播……340c
马铃薯生产概况……341c
马铃薯收获……352e

马铃薯田间管理……352b
马铃薯退化……348e
马铃薯形态特征……342a
马铃薯休眠……349a
马铃薯研究和利用……353f
马铃薯野生种……353d；348a
马铃薯营养成分……343d
马铃薯育种……349c
马铃薯育种简史……349c
马铃薯育种途径……350a
马铃薯栽培……351b
《马铃薯栽培技术》……352f
马铃薯栽培种……353b；346a
马铃薯种……336f
马铃薯种薯催芽处理……351c
马铃薯种质资源……353a
马铃薯贮藏……353f
马铃薯贮藏方式……354b
马铃薯贮藏生理……353f
马六甲鱼藤……754e
马苜蓿……36f
马尼拉马盖……343c
马牙豆……469a
马育华……354f
玛卡小麦……355b
麦冬……355d
麦蛾……621e
麦二叉蚜……621e
麦秆蝇……621d
麦角甾醇……161f
麦茎蜂……622a
麦田耕作……356b
麦田杂草……357a
麦田种植制度……359a
麦叶蜂……621f
麦圆蜘蛛……621d
满江红……359f
满江红利用价值……361a
满江红特性……360e
满江红特征……360d
满江红养殖技术……361b
满江红种类……360a
满园花……156e；305c
蔓……167f
蔓豆……151d；278b
蔓菁……576f
芒稃野大麦……18b
芒属……191a
芒颖大麦草……703e
猫豆……308e
猫尾草……361c
毛地黄……361e
毛豆……361e
毛花雀稗……361f
毛花洋地黄……362b
毛花柱忍冬……283f
毛曼陀罗……12e
毛蔓豆……362f
毛棉油……403c
毛苕……363c
毛烟……837c
毛叶地瓜儿苗……124a
毛叶苕子……363c
毛叶使君子……482f
玫瑰……447f
玫瑰麻……364c
梅籍芳……364a
糜黑子……700e
糜子……489f
糜子黑穗病……493c
糜子吸浆虫……494a
美国大豆区划……483f
《美国马铃薯期刊》……364e
美国农作物科研机构……364f
美国华伦丁糖业公司……191c
美国小麦分区……436f
美国运河点甘蔗研究所……190b
美丽胡枝子……238e
美棉……382a
美洲互花米草……91c
美洲橡胶……41b
美洲油棕……751f
蒙昂肖塞遗传改良试验站……149d
蒙彼利埃遗传改良试验站……149d
蒙古黄芪……261e；365b
蒙古岩黄芪……365b
蒙特法维农艺试验站……149e
蒙自烟……838a
孟德尔定律……365f
孟加拉棉……666d
梦谷……133c
米大麦……81e；449f
米豆……151d
米糠……110c
米糠油……110e
米兰豆……362f
米罗诺夫小麦育种和良种繁育研究所……453b
米麻……545c
米尼埃尔遗传改良试验站……149d
米荞……449a
密封包装……864d
幂函数的非线性回归方程……155c
蜜环菌……545d
密集烤房……299f
密利提奈小麦……366f
密蘖型……157a
密穗小麦……367a
蜜香……790e
绵白糖……822f
绵槐……887b
绵芪……261e
绵沙砂田……466e
绵羊狐茅……692e
绵阳11……856a
棉产改进处……367d
棉酚……367f
棉秆……374d
棉花……368d
棉花病害……374f
棉花播后管理……376c
棉花播种……375f
棉花播种技术……376b
棉花采收……376c
棉花虫害……376e
棉花虫害防治措施及综合治理……377b
棉花对环境条件的要求……373c
棉花繁育技术……381d
棉花繁育体制……381b
棉花灌溉和排水技术……394d
棉花机械化播种……378a
棉花机械化收获……379a
棉花机械化田间管理……378c
棉花机械化栽培……377e
棉花机械施药作业……378e
棉花抗病育种……379a
棉花抗虫育种……379f
棉花良种繁育……381a
棉花品种区域试验……387c
棉花起源……369c
棉花确定播种期……376a
棉花确定密度的原则……389e
棉花生产概况……368d

棉花施肥技术……394a
棉花推广品种……381f
棉花形态特征……372a
棉花需肥规律……393f
棉花需水规律……394c
棉花研究简史……382f
棉花遗传……382e
棉花营养钵移栽技术……386b
棉花营养钵育苗技术……386a
棉花营养钵育苗移栽……385f
棉花育种……386c
棉花育种简史……386c
棉花育种目标……386d
棉花育种途径……386f
棉花杂种优势表现……387f
棉花杂种优势利用……387d
棉花杂种优势利用简史……387d
棉花杂种制种方法……388b
棉花整枝……388e
棉花整枝技术……388f
棉花种植密度……389d
棉花种质资源……390a
棉花主要害虫种类及为害……376f
棉花资源类别……390a
棉花资源搜集和保存……390c
棉花资源研究和利用……390e
棉花综合利用……374a
棉铃……390e
棉铃发育……390f
棉仁饼……403c
棉属分类……391c
棉田肥水管理……393e
棉田复种……396e
棉田化学除草……395b
棉田间作……396e
棉田绿肥……395e
棉田轮作……396f
棉田培土……395a
棉田套种……396c
棉田中耕……394f
棉田中耕技术……395a
棉田种植绿肥……395c
棉田种植制度……396a
棉纤维……397a
棉纤维长度测定……399b
棉纤维成熟度……398a
棉纤维成熟度测定……399c
棉纤维的利用……398e
棉纤维化学组成……397d
棉纤维检验……398f
棉纤维品质遗传……400f
棉纤维品质育种……400e
棉纤维品质育种方法……401a
棉纤维品质指标……397d
棉纤维强度与强力……398c
棉纤维强力测定……399d
棉纤维细度……398d
棉纤维细度测定……399d
棉纤维形态结构……397a
棉纤维育种目标……400f
棉纤维整齐度……398a
棉纤维织品……374b
棉纤维转曲……398c
棉小造桥虫……230d
棉蚜……230e
棉株控制徒长的方法……401e
棉株徒长……401d
棉株徒长的原因……401e
棉子……402a
棉子高蛋白质育种……403b
棉子高油分育种……403a
棉子化学成分……402d
棉子品质育种……402e
棉子形态……402b
棉子油……403b
《棉作学》……403d; 537e
免耕……403e
免淘米……110b
缅甸棉……666d
面包小麦……443d
面酱……820f
描述统计……563d
灭茬……808f
明党……404a
明党参……404a
明参……404a
榠楂……562a
膜荚黄芪……261e; **404f**
摩擦禾学说……774b
抹叉……54c
抹赘芽……389b
没骨花……471c
茉莉……404f
莫迦小麦……355b
莫罗忍冬武……470d
秣食豆……405c
墨西哥马盖……265a
磨糊……73f
耱(耢)地……809c
母体遗传……581d
牡丹……405d
牡丹酚……472b
牡丹皮酚……406b
牡桂……461d
木地肤……161a
木豆……406c
木蠹蛾……135c
木番薯……407c
木瓜……562a; **407c**
木蓝……304d
木芍药……405d
木薯……407c
木薯单孢萎蔫病……408e
木薯痂圆孢徒长病……408e
木薯橡胶……41c
木香……790e
木原均……409c
木引……161e
木枝……388f
目测估产法……38d
目的基因……712d
苜蓿……885b
苜蓿属……412d
牧草播种……409e
牧草绿肥作物种子生产……410c
牧草收获与加工调制……410f
牧蓿……885b

N

纳罗克种……156b
耐虫性……294a
耐湿性鉴定……413a
耐盐性鉴定……413e
南柴胡……40c
南迪种……156b
南方春秋两熟花生区……830d
南方秋冬薯区……829a
南方夏秋薯区……828e
南方油白菜……12b
南非高粱……200d
南非画眉草……818a
南京1号……844f
南京11号……845b
南粳35号……846c

南麻北植……414c
南木香……790e
南苜蓿……282e
南斯拉夫诺维萨特大田作物与蔬菜研究所……414e
南斯拉夫泽蒙玉米研究所……415a
南特号……843d
南雄烟……837f
南洋金花……12e
南优2号……847c
南优6号……847c
内陆盐土……686a
尼古丁……**415b**; 667d
泥豆……**415d**
拟澳洲赤眼蜂……184f
拟高粱……**415e**; 193f
逆境诊断……903a
粘虫……763a
粘糜子……489f
粘液质……303e
碾米……108d
酿醋……821e
酿酒……**416a**
宁德粘……119b
宁夏枸杞……**418c**
柠条……284c
柠条锦……284c
牛角花……16c
牛毛草……115c
牛皮菜……709e
牛蹄果……749f
牛尾草……**419a**
牛膝……253e; **419d**
牛仔草……21f
扭曲山绿豆……333a
农虎6号……846f
农家品种……436a
农垦58……119c; 846e
农林间作……**419d**
《农学报》……**419e**
农业防治……24f
《农艺期刊》……**420a**
农艺作物……420b
农作物……**420b**
农作物起源与演化……**422b**
《农作物生物学分册》……**425f**
农作物学……**425f**
农作物种植业区划的特点……857d
农作物种植业区划划分的依据……857d
农作学……207e
农作制度……208c
浓香型……684a
诺尔福克式轮作……38a
糯稻……**426f**
糯玉米……**427d**; 770c
糯质型……770b

O

欧地瓜儿苗……124a
欧曼陀罗……12f
欧山羊草……638f
欧洲大油菜……166c
欧洲海岸米草……91b
欧洲麦茎蜂……621f
欧洲油菜……736b
沤肥……**428e**
沤麻……**428a**

P

扒根晾垓……137c
爬山豆……151d
帕拉高粱亚属……194a
排水……**429a**
派生系统法……**429e**
潘奥阿拉遗传改良试验站……149d
潘简良……452f
攀缘茎……898a
耪地……823b
泡芦……323f
胚乳直感……238f
胚芽米……110b
培土……**430b**
配合力……**430c**
配置组合……796e
配子体自交不亲和系统……890a
喷灌……213a
蓬德拉梅农艺试验站……149e
披碱草……**430f**
皮大麦……81e; **433d**
皮棉……**433d**
啤酒……417e
啤酒大麦……**431d**
啤酒花……**432b**
偏凸山羊草……637f
偏相关系数……**433d**
品系评比……797a
品质鉴定……**434b**
品质育种……**434b**
品种……**436a**
品种比较试验……41e
品种纯度……875a
品种改良……899b
品种混杂……154a
品种目录……**436d**
品种区域化……**436d**
品种审定……**437a**
品种生态型……475e
品种退化……154a
品种志……**437e**
品种资源……**438a**; 865b
平贝碱甙……438d
平贝碱甲……438d
平贝母……**438a**
平贝母菌核病……438d
平贝母锈病……438d
平方格子设计……206b
平衡不完全区组设计……896d
平均数……**438e**
平均数假设测验……**439d**
屏障隔离……764f
瓶状大麦……17f
坡地土壤耕作……**440a**
泊松分布……**440e**
泼豇豆……278b
破石砂田……466e
铺地木蓝……**441a**
匍匐茎……898a
葡萄酒……417c
葡萄叶香叶天竺葵……592b
蒲草……**441c**
蒲芏……441c
蒲公英黄色素……303e
普遍率……292a
普通菜豆……**442b**
普通巢草……277a
普通大米……108f
普通烤烟房……299c
普通芦苇……323f
普通甜玉米……769f
普通小麦……**443d**; 789b
普通型花生……**444e**
普通亚麻……665f

普通烟……668b
普通烟草……668c
普通燕麦……689f
普通野生稻……704d
普通栽培稻……704b

Q

期望均方……**445a**
漆麻……335f
祁白芷……15d
畦灌……212f
畦作栽培……**446a**
起垄……809d
起实……715e
起源中心……869e
起源中心学说……423a
气候生态学……475f
气控贮藏……317b
气流下降式烤房……299f
气生根……897d
器官培养……819e
器官同伸关系……**446c**
掐不齐……271d
千(百)粒重……875b
千本旭……119c
千金子……115a
千穗谷……586c
扦插法……882d
前水不见后水……274b
浅水勤灌……**447a**
浅棕鳃金龟……185a
茜草……**447c**
嵌稻……275d
强感光类型……738f
强化米……110c
蔷薇……**447e**
乔恰种……350a
荞麦……**448c**
荞麦蔓……358b
翘摇……888e
切割和磨光……874d
亲城长有……174c
亲本繁殖……782a
亲本圃……788b
亲本选择……201a
亲表兄妹交配……285a
秦归……99f
青刺蛾……135c
青华矮……119d
青稞……81e; **449f**
青麻……**450b**
青皮豆……91f
青山安息香……3c
青饲和青贮玉米……**450b**
青体……113c
青苑……887e
青藏春冬麦区……852f
氢氰酸……407d
清净……822a
清棵疏苗……715d
清香型……684a
苘麻……**450d**
琼麻……538b
秋大豆……**451a**
秋花生……**451b**
秋薯……**451d**
秋水仙素……137e
秋烟……**451d**
秋玉米……**451d**
球茎大麦……639c; 703e
球茎虉草……514d
区间估计……**451e**
区域试验……**452a**
曲麻菜……358c
取样测数法……38d
取样实割法……38f
苣荬菜……358c
去石……874a
去水阿托平……126e
去氧五味子素……578e
去叶枝……388f
全栝楼……211f
全国稻麦改进所……**452e**
全苏豆类和制米作物研究所……453d
全苏列宁农业科学院作物研究机构……**453a**
全苏普斯托伏依特油料作物研究所……453c
全苏水稻研究所……453d
全苏瓦维洛夫植物栽培研究所……**453e**
全苏应用分子生物学和遗传学研究所……453d
全苏玉米研究所……453c
全苏育种和遗传研究所……453b
全同胞交配……285a
全姊妹相互轮回选择……772a
泉烟……838e
缺体……**454a**
缺值估计……**454f**
确定数据结构……870a
群体层切法……**455c**

R

燃烧性……683f
染色体……**457a**
染色体基因……267f
染色体加倍……94d; 139b
染色体结构变异……22d
染色体数量变异……22e
染色体图……**457d**
染色体外基因……267f
染色体外遗传……582a
染色体组……**457d**
热带地毯草……126a
热带苜蓿……19a
热带种甘蔗……178f; 190b
热榨法……403c
人工除草……792b
人工干燥法……872f
人参……**458a**
人参露……460d
人参皂甙……460c
忍冬……**461a**
荏……**460d**
韧皮纤维……342f; **461a**
日本农作物研究机构……**461a**
日本油菜……166c; 736b
《日本作物学会纪事》……**461c**
日晒干燥法……872f
日照飘拂草……116a
绒毛烟草……789b
绒毛状烟草……668c
鞣质……303e
肉桂……**461d**
肉果……893f
肉穗花序……893b
肉引……161e
肉质花穗野生蔗……190f
茹菜……156e; 305c; 735f
茹科夫斯基小麦……**462b**
乳蓟子……**462b**
软荚豌豆……570a

软粒小麦……443d
软糜子……489f
软米……462e
软质小麦……462f
瑞包糖苷A……560c
瑞典三叶草……797b
瑞典蝇……621f
弱感光类型……738f

S

撒播……26d
赛谷精草……116c
三步跳……17c
三出复叶……899a
三点测验法……269c
三碘苯钾酸……101f
三化螟……122d
三基点温度……463a
三级三体……465b
三交……463e; 795d
三交种……463e
三角草……136c
三角叶黄连……256a
三裂叶葛藤……463e
三芒山羊草……638f
三七……464b
三七白粉病……464f
三七短须螨……464f
三七根……465a
三七根腐病……464f
三七立枯病……464f
三七炭疽病……464f
三七锈病……464f
三浅裂野牵牛……174d
三桃划分……391b
三体……465b
三体测定法……269f
三秀……321b
三叶半夏……17c
三叶草……466a
三叶草组根瘤菌……134a
三叶鱼藤……754e
伞形花序……893b
散穗高粱……200a
桑田义备……103b
沙打旺……467d
沙地植物……755c
沙漠烟草……668d
砂仁……466b
砂田栽培……466b
砂燕麦……690a
筛选圃……788a
晒垡……516c
晒红烟……836f
晒晾烟的香气……684a
晒晾烟型……677d
晒田……468b
晒烟……468d; 673b
晒种……871e
山菠菜……468d
山花……404a
山椒……578b
山金车二醇……303e
山口弥辅……104a
山黧豆……468f
山萝卜……404a
山毛豆……12d
山蒲扇……472e
山漆……464b
山药……469d; 489b
山药蛋……343e
山野豌豆……469d
山银花……283f
山萸肉……470a
山芋……166d
山茱萸……470a
山茱萸灰色膏药病……470d
山茱萸绿腿腹露蝗……470d
山茱萸木橑尺蠖……470d
山竹子……365c
珊瑚菜……470e
珊瑚菜根结线虫病……471b
珊瑚菜锈病……471b
汕优2号……847d
汕优6号……847d
汕优63……847e
扇叶棕属……542a
上二棚……682a
芍药……471c
芍药甙……472b
芍药花甙……472b
少耕……472b
蛇草……48a
蛇根木……338c
蛇麻……432b
蛇麻变种……432c
蛇麻草……432b
蛇麻花……432b
蛇麻香脂腺……432d
射干……472e
参三七……464b
参糖……460d
深耕耙压……223d
深色晾烟……318e
深色晒黄烟……838c
深水稻……473e
深松耕……473b
神秘果……474b
神秘果素……474b
沈宗瀚……474d
肾形豆……442c
渗透势溶液法……297b
升马唐……115b; 357d
生产试验……475b
生豆粉……75e
生荒制与熟荒制……319a
生活力……875b
生理成熟……43a
生理强度……684b
生理性病害……25b
生晒术……15c
生态灭鼠……498d
生态适应性……475d
生态型……475e
生物产量及经济系数……877e
生物除草……792d
生物防治……25a; 44d
生物灭鼠……498c
生物学混杂……154b
生育期……476b
生育期遗传……68e
生长发育……476e
生长发育特性鉴定……477b
生长分析法……478a
生长曲线……479b
生殖生长……480a
圣马丹德欣克斯遗传改良试验站……149d
胜利籼……844d
施肥……480e
施肥量……480f
施木克……683e
施木克值……683e
湿焦油……678c

湿润育秧……**480c**
十石……105f
石臼舂米……107b
时间隔离……765a
《**实验农业**》……**481c**
实验室间接鉴定……296c
《**实用小麦论**》……**481d**
食品加工品质……629e
食用稗……**481e**
食用豆类……**482c**
食用型玫瑰麻……364c
食用油……403d；736f
《**食用作物学**》……**482e**
使君子……**482f**
使君子酸钾……483c
世代前进……187f
世纪树……150e
世界各国大豆栽培区划……**483c**
世界烟草分布……667f
世界油王……751a
世界植棉史……370d
世界种植制度……862b
试管苗保存……868e
试管苗方式保存……868e
试探性播种试验……301f
试验方案……**484f**
试验观察记载……**485c**
试验设计的种类……895d
试验设计原理……895a
《**试验统计**》……**485f**
试验小区技术……**486a**
适合性测验……906b
收获……**486e**
手工插秧……39d
瘦果……894a
菽麻……42d
蔬蘖型……157a
输出打印程序……870c
输入程序……870c
秫秫……192f
黍……**489f**
黍病害……**492f**
黍虫害……**493f**
黍褐斑病……493e
黍红叶病……493d
黍品种分类……**494c**
黍杂交技术……**494f**
黍栽培……**495c**
黍种质资源……**496d**
黍子……489f
蜀芥……735f
鼠姑……405d
鼠害防治……**497e**
薯类加工……**487b**
薯蓣……**489b**
束儿槟榔……25c
树豆……406c
树薯……407c
数据规范化处理……870a
数量遗传……**498e**
双花……283f
双季稻……**500c**
双交……**500c**；795e
双交种……**500c**
双粒黍……**500e**
双列有性多倍化……139d
双三体……156b
双受精……213b
双穗雀稗……115a
双萜醇糖苷……560c
双萜配糖体菊糖苷……560c
双子叶作物……894b
水代法……748b
水稻……**501a**
水稻矮化育种……**507a**
水稻旱种……**507f**
水稻红萍套养……113f
水稻花青素……105d
水稻季节生态型……**508d**
水稻连锁群……103d
水稻连锁群标记基因名录……104b
水稻三黄三黑……**508f**
水稻施肥……**509c**
水稻土……**510a**
水稻育种……**510d**
水稻直链淀粉含量……119f
水飞蓟……**511f**
水飞蓟素……512c
水浮莲……**512c**
水旱轮作……**512f**
水葫芦……**513b**
水花生……**513d**
水化脱胶……748d
水槐子……226b
水浇地耕作制……**514a**
水浸法……748c
水浸沤麻……128a
水马齿苋……116c
水平抗性利用……293f
水生藕草……**514d**
水松柏……226b
水田耕作制……**514f**
水田三熟制……**515d**
水田土壤耕作……**516c**
水通草……226b
水苋菜……116c；513e
水泻……803d
水烟……677e
水育秧……**517b**
水原三百粒……846a
水直播……**517c**
水烛香蒲……591d
顺序抽样……45c
顺序排列设计……896a
顺子白……119c
蒴果……894b
丝胶……41c
丝连皮……134f
丝棉木……41a
丝棉树……134f
私人研究机构……365b
斯卑尔脱小麦……**517e**
斯普赖格, G. F.……**518a**
斯特鲁勃—迪克曼联合公
司……312a
死青……682e
四化一供……**518c**
四季豆……442b
四棱豆……**518f**
四棱杆蒿……285e
四氢厚朴酚……234d
四叶萝芙木……338c
四自一辅……**519e**
寺尾博……174c
似烤烟型……684a
饲料轮作……**520b**
饲用大麦……**520e**
饲用高粱……200c
饲用甜菜……550b
松柏芋……161c
松苓……161c
松薯……161c
松尾孝岭……501b
菘蓝……304d；**521b**

苏丹草……521f
苏丹棉……666d
苏粳1号……846d
苏门答腊病……129e
酥油草……692e
素花党参……100e
速溶糖……823a
速效灭鼠剂……498b
宿根矮化病……183f
宿根苜子……469d
宿根亚麻……666b
宿根蔗……522c
粟……522f
粟病害……526b
粟虫害……527a
粟二系杂种……527e
粟分类……528b
粟秆蝇……527c
粟胡麻斑病……526b
粟加工……528f
粟茎跳甲……527c
粟芒螟……527c
粟鳞斑叶甲……527c
粟(黍)类作物……529f
粟穗螟……527d
粟瘟病……526c
粟移栽……530e
粟异地换种……530d
粟育种……531a
粟杂交技术……532a
粟栽培……532e
粟种质资源……534a
酸豆奶……76a
酸三叶草……37b
蒜瓣子草……818c
算术平均数……438e
随机交配……537a
随机排列设计……896b
随机区组设计……534a
随机样本……44f
随体……457b
碎米……110f
碎米莎草……115c
穗分化……534c
穗行(株行)播种机……547c
穗状花序……893b
孙逢吉……537d
孙清波……452f
梭砂贝母……46a
羧甲基茯苓多糖……161f

T

台南棉麻试验分析……538a
台南5号……847b
台农67……847c
台湾省农业试验所……538c
台湾糖业研究所……538d
台湾崖豆藤……754f
台中65……847a
苔藓包茎……188d
抬根……734f
太阳麻……42d
太子参……538f
泰国安息香……3c
泰国白豆蔻……804c
摊饭酒……416e
汤斯维尔苜蓿……1d
糖枫……539e
糖高粱……540a
糖荚豌豆……570a
糖蜜草……541e
糖用高粱……200c
糖用甜菜……550b
糖蔗……541f
糖棕……541f
烫片烟……682f
桃豆……723a
桃蛀螟……197f
套作……542c
特殊配合力……430d
特制米……110b
藤……167f
藤苡……811b
藤濑一马……174c
梯牧草……361c; 425b
梯田栽培……543b
提纯复壮……543d
提莫菲维小麦……544b
提莫诺乌姆小麦……544f
提汁……821f
蝭母……818c
体内诱导……94b
体细胞杂交……544f
天花粉……211f; **545b**
天蓝苜蓿……412e
天麻……545b
天麻武……546b
天培……75a
天全牛膝……46d
天然橡胶……5c
天然有色棉……789c
天竺草……92a
田埂豆……546c
田间试验机具……546f
《田间试验之设计与分析》……549b
田间蒸发量……659a
田间自然鉴定……295f
田菁……549c
田七……550b
田旋花……358c
田皂角……226b
甜菜……550b
甜菜病害……552c
甜菜虫害……552f
甜菜地膜覆盖栽培……553d
甜菜块根……554a
甜菜块根收获……555c
甜菜良种繁育……555f
甜菜育种……557e
甜菜栽培……558d
甜菜纸筒育苗……559d
甜菜制糖……822c
甜菜综合利用……559f
甜粉型……770d
甜粉玉米……560c
甜高粱……540b
甜麻……256f
甜苜蓿……37b
甜牛膝……46d
甜荞……448d
甜秫秆……540b
甜叶菊……560c
甜油菜……12a
甜玉米……561c
甜杂1号……540e
甜质型……769f
条播……26e
条螟……184e
条区设计……896c
条区试验设计……561c
条形图……52d
苕草……305a
调和平均数……439a
调节作用……268f

跳跃基因……268d
贴梗海棠……562a
贴梗木瓜……562a
铁花……575a
铁扫帚……238e
通草……441c
通径分析……562e
通径系数……23f; 562e
蹚地……823b
同胞交配……563a
同源多倍体育种……138c
统计分析……563c
统计分析程序……870c
头状花序……893b
秃尖……564d
突背蔗龟……185a
突变……564e
突厥蔷薇……447f
土仓库……871b
土豆……343e
土耳其瓜……159a
土壤耕作……565c
土壤耕作制……566a
土壤及有机肥覆盖……163d
土壤生态型……475f
土人参……281d; 404a
兔唇大麦……703e
团结1号……845f
推断统计……563d
脱臭……748e
脱粒……566e
脱芒……874a
脱色……748e
脱氧核糖核酸……566f
脱脂豆粕粉……76b

W

瓦维洛夫, Н. И. ……569a
瓦维洛夫小麦……569c
外观质量……683a
弯画眉草……818a
弯穗鹅观草……586b
豌豆……569e
豌豆组根瘤菌……134a
丸衣化……874b
完全花……893c
完全随机设计……572a
完全叶……898d
顽拗型种子……868a
晚稻……572c
晚籼……845d
万寿果……239c
王金陵……572c
王绶……572e
王椰……698d
网状数据结构……870b
危地马拉草……573c
危地马拉摩擦禾……573c
威地大豆……573a
威优6号……847e
威优35号……847f
威优64号……847f
微生物基因工程的应用……713c
伪-γ-五味子素……578e
苇状羊茅……573e
苇子……323f
尾穗苋……586c
萎蕤……783d
位点……267f
味连……256a; 574b
喂饭酒……416f
温床育苗……755d
温朴……233f
温室育苗……755d
温郁金……784b
文山白玉米……773b
问荆……358f
蜗牛苜蓿……412e
乌豇豆……574b
乌拉尔图小麦……574d
乌蒲……472e
乌扇……472e
乌头……574f
乌药……575c
乌趾豆……16c
无孢子生殖……576d
无被花……893e
无刺番麻……150f
无毒饼粕……748f
无花果……239c
无芒草……575f
无芒虎尾草……165a
无芒雀麦……575f
无偏估计……576b
无融合生殖……576c
无土育秧……576e
无味草木樨……37b
无限花序……893a
无效分蘖……157b
无性花……893e
无子西瓜……138f
芜菁……576f
芜菁甘蓝……577c
吴蓝……304d
吴绍骙……577e
五毒……575a
五节芒……425c
五味参……579c
五味子……578b
五味子醇……578e
五味子素……578e
五叶草……16c; 700e
物理除草……792e
物理诱变育种……578f

X

西北春麦区……852c
西北干燥单季稻作区……826e
西北内陆棉区……836b
西贝母素……438d
西伯利亚碱草……306e
西番谷……586c
西非高粱……200d
西非山榄……474b
西非竹竽……579a
西枸杞……418c
西红花……149e
西南冬麦区……854a
西南高原湿润单季稻作区……827a
西粘谷……586c
西农175……846c
西沙尔麻……275f
西山市三……174d
西洋参……579c
西藏半野生小麦……580b
吸收剂量……160c
希腊洋地黄……362b
奚元龄……580a
稀毛苔子……214d
犀牛尾野稻……130c
锡兰肉桂……462a
锡兰香茅……590e
席草螟……123c
洗麻机……580c

喜旱莲子草……………………513e
系谱法……………………………580f
系统育种……………………………660d
细胞工程……………………………712d
细胞核雄性不育基因转育……201a
细胞核雄性不育系………………742c
细胞悬浮培养……………………819f
细胞液浓度法……………………296c
细胞质基因变异………………… 22d
细齿草木樨……………………… 37b
细切种根法…………………………882c
细参……………………………………130f
细天竺草……………………………332e
细辛…………………………………582c
细叶胡枝子…………………………238e
细叶芥油菜…………………………736a
细叶青………………………………119b
细枝胡枝子…………………………238e
狭叶柴胡…………………………… 40c
狭叶番泻树………………………582e
狭叶龙舌兰麻………………………343c
狭叶洋地黄……………362b; **583c**
狭叶野大豆…………………………701c
下二棚………………………………682a
夏大豆……………………………583c
夏谷………………………………583d
夏红麻………………………………232b
夏花生……………………………583f
夏罗得市……………………………691e
夏薯………………………………584a
夏小米………………………………489f
夏亚麻………………………………665f
夏烟………………………………584a
夏玉米……………………………584c
先锋一号……………………………844a
纤毛鹅观草………………………585f
纤维型玫瑰麻………………………364c
籼稻………………………………584d
籼粳杂交育种……………………585a
咸水草………………………………136c
显性核不育…………………………225f
显性基因的定位………………… 98d
显著性测验…………………………273b
苋……………………………………586c
苋菜…………………………………586c
苋蓝…………………………………304d
线芥…………………………………285e
线性回归…………………………587a
线性回归方程的形式……………263e
线性可加模型……………………587f
线性模型……………………………587f
线性相关系数……………………588c
线叶野生大豆………………………701c
腺点油渣果变种……………………750a
相对生长率…………………………478c
相关比率…………………………588e
相关分析…………………………589a
相关指数…………………………589c
相互轮回选择………………………771f
香草儿………………………………589f
香草木樨…………………………… 37a
香稻………………………………589d
香豆雌醇…………………………… 14c
香豆子……………………………589f
香荆芥………………………………285e
香荆芥酚……………………………100d
香料型………………………………684a
香料烟……………………590b; 673c
香茅………………………………590e
香蒲………………………………591c
香气…………………………………684a
香蛇麻………………………………432b
香烟…………………………………677c
香叶天竺葵………………………592a
湘矮早9号…………………………844b
向日葵……………………………592d
向日葵病害………………………594d
向日葵虫害………………………595a
向日葵螟……………………………595c
向日葵授粉………………………595d
向日葵盐碱地栽培………………595e
向日葵油…………………………596c
向日葵育种………………………596d
向日葵原种生产…………………597e
向日葵杂交制种…………………598e
向日葵杂种优势利用……………598a
向日葵栽培………………………598f
向日葵种植制度…………………600c
向日葵种质资源…………………599f
向日葵综合利用…………………600f
巷(隧)道式烤房…………………300a
象贝…………………………………805e
象草………………………………601a
橡胶……………………………5c; **601d**
橡胶草……………………………… 41b
橡胶加工…………………………601d
橡皮树……………………………… 41b
削头…………………………………882b
小白菜……………………………… 12a
小扁豆……………………………604a
小刺番麻……………………………150f
小豆………………………………605c
小豆叶斑病…………………………606c
小冠花………………………………139e
小黑豆……………………………606d
小黑麦……………………………606e
小蓟…………………………………358e
小家鼠………………………………497f
小坚果………………………………894a
小糠草……………………………609a
小葵子……………………………609c
小喇叭花……………………………358c
小藜…………………………………357f
小粒红………………………………773b
小林仁………………………………174d
小瘤苜蓿……………………………412e
小麦………………………………610c
小麦矮化育种……………………616d
小麦矮腥黑穗病……………………618f
小麦白粉病…………………………618f
小麦病害…………………………618e
小麦播种…………………………620d
小麦赤霉病…………………………618e
小麦虫害…………………………621c
小麦冻害……………………………636c
小麦非整倍体……………………622d
小麦干热风害………………………636b
小麦秆锈病…………………………618e
小麦灌溉…………………………623d
小麦光腥黑穗病……………………618e
小麦旱害……………………………635e
小麦烘烤品质………………………629e
小麦抗白粉病育种………………624d
小麦抗赤霉病育种………………625e
小麦抗锈育种……………………626f
小麦磨粉品质………………………629c
小麦品质…………………………629a
小麦品质育种……………………633d
小麦气象灾害……………………635e
小麦亲缘植物……………………636f
小麦全蚀病…………………………618f
小麦施肥…………………………639c
小麦湿害……………………………636d
小麦收获…………………………640c

小麦属分类……………………**641c**
小麦穗发芽……………………**643e**
小麦条锈病……………………618e
小麦网腥黑穗病………………618e
小麦显性核不育………………**643f**
小麦演化过程……………………612a
小麦叶龄促控法………………**644b**
小麦叶锈病……………………618e
小麦栽培历史……………………612b
小麦早熟育种……………………**645d**
小麦蒸煮品质……………………632c
小麦制粉…………………………**646e**
小麦种质资源……………………**648c**
小麦种子后熟……………………**650b**
小麦种子休眠……………………**650c**
小苗带土移栽……………………**650e**
小苜蓿…………………………412e
小区的排列……………………486d
小区联合收割机………………548c
小区面积………………………486a
小区条播机……………………547e
小区形状………………………486c
小伞山羊草……………………637f
小萩……………………………605c
小粟……………………………523f
小籽蒴草………………………514f
协方差分析……………………**651a**
斜纹夜蛾………………………171c
新疆冬春麦区…………………852e
新疆小麦………………………**651e**
新麻园种植……………………883b
辛斯卡娅小麦…………………**653e**
新兴大豆制品…………………75d
新植蔗………………189f；**652c**
兴安白芷………………………15d
星线姬鼠………………………497f
星星草…………………………275d
性状间的相关性………………69c
性状鉴定………………………**653f**
芎䓖……………………………47b
雄核发育………………………94b
雄性不育保持系………………**654c**
雄性不育恢复系………………**654e**
雄性不育系……………………**655c**
休眠……………………………**657d**
休闲……………………………**657f**
修改程序………………………870c
修饰作用………………………268f
修筑梯田………………………223d
秀水48…………………………119c
锈砂田…………………………466e
须根系…………………………897f
胥馀……………………………697d
需肥量…………………………**658a**
需水量…………………………**658d**
需水量值………………………659b
徐冠仁…………………………**657a**
宣木瓜…………………………562a
玄胡………………**659d**；686c
玄及……………………………578b
玄参……………………………**659d**
旋耕……………………………**659b**
选用育种材料…………………900c
选种……………………………871f
《选种和良种繁育》……………**661d**
选种圃…………………………**661e**
选择……………………………272e
选择育种………………………**660b**
选择育种程序…………………756a
选择指数………………69c；**661b**
旋扭山绿豆……………………333a
穴播……………………………26e
穴种……………………………26e
学生氏极差……………………140e
雪豆……………………………312c
雪茄型…………………………684a
雪茄烟…………………………677d
雪莎……………………………589f
血参……………………99b；458b
薰衣草…………………………**662c**
薰衣草油………………………662c
薰蒸设备………………………871d
循序杂交………………………795e

Y

压草藤…………………………362f
压条法…………………………882c
压榨法…………………………747f
鸦连……………………………**663a**
鸦片……………………………**663a**
鸭茅……………………………271a
鸭舌草…………………………116b
牙齿豆…………………………469a
芽胡……………………………40c
雅连……………………………256a
轧花……………………………**666e**
轧棉……………………………666e
轧胚……………………………747f
亚非草蛉………………………185b
亚历山大三叶草………………3b
亚硫酸法………………………188c
亚麻……………………………**663a**
亚麻病害………………………**663d**
亚麻虫害………………………**663f**
亚麻分类………………………665e
亚麻起源与播种………………663b
亚麻特征特性…………………663b
亚麻温水沤麻…………………**664c**
亚麻纤维………………………**664d**
亚麻用途………………………663c
亚麻栽培………………………**665b**
亚麻种质资源…………………**665e**
亚眠农艺试验站………………149e
亚洲马盖麻……………………343c
亚洲棉…………………………**666c**
亚洲蔬菜研究和发展中心……173d
亚洲栽培稻……………………801a
稏禾……………………………275d
烟草……………………………**667d**
烟草病毒病害…………………670c
烟草病害………………………**669e**
烟草播种………………………676b
烟草虫害………………………**670f**
烟草单倍体育种………………**671d**
烟草单倍体植株的培养………671d
烟草底烘………………………**672a**
烟草繁育技术…………………673e
烟草繁育体制…………………673d
烟草非寄生性病害……………670e
烟草寄生性病害………………669e
烟草抗病育种…………………**672a**
烟草抗源………………………672c
烟草类型………………………**672f**
烟草良种繁育…………………**673d**
烟草苗期管理…………………676c
烟草起源和分布………………668a
烟草缺素生理病害……………670e
烟草染色体加倍………………671f
烟草生物学特性………………669b
烟草施肥………………………**674a**
烟草施肥方法…………………674f
烟草施肥原则…………………674e
烟草属…………………………668c
烟草细菌病害…………………670b

烟草形态特征……668d
烟草需肥规律……674a
烟草野生种……668d
烟草夜蛾……671a
烟草移栽……**675b**
烟草移栽期……675b
烟草育苗……**675e**
烟草杂种优势利用……**676e**
烟草栽培历史和分布……667e
烟草栽培种……668c
烟草栽植方式……675d
烟草栽植密度……675c
烟草早花……**677a**
烟草真菌病害……669f
烟草制品……**677c**
烟草中耕培土……**677f**
烟草种子检验……673f
烟草种子质量标准……673f
烟草综合利用……669c
烟产改进处……**678a**
烟袋锅花……130f
烟蓟马……671c
烟碱……**678b**
烟气……**678b**
烟气质量……684a
烟潜叶蛾……671a
烟田土壤……**678f**
烟蚜……671b
烟叶……**679c**
烟叶采收……**680c**
烟叶成熟……680c
烟叶成熟的外观特征……680d
烟叶分级……**681a**
烟叶烘烤……**682c**
烟叶化学成分……683c
烟叶内在质量……683f
烟叶品质……**683a**
烟叶色素……683d
烟叶生长……679c
烟叶试验所……**684b**
烟叶油分……683b
烟蛀茎蛾……670f
延迟型冷害……198b
延胡索……**686c**
岩生木薯……408c
沿海盐土……686a
沿阶草……341e
盐81 210……119e
盐碱地栽培……**684c**
盐碱地植棉……**685f**
盐碱土……686a
盐土……685f
眼斑病……182e
眼子菜……116b
偃麦草……**687a**
燕麦……**687c**
燕麦草……204e
燕麦属分类……**689f**
燕麦营养与用途……689d
燕麦育种……**691d**
燕麦栽培……**690f**
燕麦种质资源……**690c**
羊草……530c; **692b**
羊柴……365c
羊胡子根……818c
羊茅……**692e**
阳春阳沙仁……49f
阳畦育苗……755f
阳茄子……159a
杨守仁……**693a**
洋扁豆……312c
洋地黄……**693a**
洋地栗……749c
洋荟芥……735f
洋金花……12e; **693a**
洋麻……229b
洋蔓菁……577c
洋参……**693a**
洋水仙……513b
洋油菜……166c
洋芋……343e
养地制度……**693c**
样本……44f
样本容量……44f
腰果……**693e**
腰果仁油……693e
腰叶……682a
遥测测产……39a
药瓜……211f
药剂处理……874b
药菊……286c
药用萝芙木……338b
药用野生稻……705c
药用作物……**695c**
药用作物采收与加工……696d
药用作物栽培概况……695c
药用作物栽培特点……696a
药用作物栽培种类……695f
椰麸……700a
椰干……699f
椰果……699e
椰壳……700a
椰木……700b
椰衣纤维……700a
椰油……699f
椰园管理……699b
椰枣……**697a**
椰子……**697d**
椰子水……700b
野菠菜……468d
野茶……335f
野大豆……573a
野大麦……**700b**
野黑麦……700b
野红燕麦……689f
野火球……**700d**
野稷……700e
野洒花……432b
野苦菜……358c
野麻……335f
野麦草……430f
野糜子……**700e**
野苜蓿……21d; 225b
野荞麦秧……358b
野生大豆……**701b**
野生大豆分类……701b
野生大豆利用……702c
野生大麦……**702d**
野生稻……**704a**
野生二粒小麦……147c
野生花生的利用……**706d**
野生花生分类……706d
野生花生利用价值……707a
野生亲缘植物……**707f**
野生亲缘植物的用途……708a
野生亚麻……666b
野生一粒小麦……711a
野生种……707f; **708d**
野黍……700e
野外考察……869e
野苋……358b
野萱花……472e
野燕麦……357b; 689f
叶……898c

叶部受冻……734f
叶龄……708f
叶龄系数……709a
叶龄余数……709a
叶面积系数……291a
叶面积指数……709b
叶色……291a
叶纤维……709d
叶形遗传……73a
叶用甜菜……550b; 709e
夜乐果……708d
夜牵牛……888a
液体糖……823a
一般配合力……430c
一级分蘖……157a
一见喜……48a; 710d
一粒小麦……710d
一年生黑麦草……142b
一熟棉田……396b
一元回归分析……263d
一株(穗)传育种法……660c
衣分……710a
伊贝母……711b
伊斯帕汗小麦……711e
依变数……263d
依兰香……710a
依兰依兰……710a
移码突变……565b
移栽……715b
移栽方式……715c
移栽高粱……715c
移植……715b
遗传……712a
遗传变异……22d
遗传参数……69a
遗传工程……712d
遗传进度……69c
遗传距离……713f
遗传控制……877e
遗传力……714b
遗传相关……714e
遗传因子……715a
遗传资源……715b; 865b
苡米……715e
异厚朴酚……234e
异型莎草……115b
异叶假繁缕……538f
异叶肿柄菊……860e
异源多倍体育种……138f
异源四倍体烟草……789b
抑制作用……269a
易位……716c
易位三体……465b
易位系……716c
意大利黑麦草……142b
薏苡……715e
薏珠子……715e
翼豆……518f; 717e
荫角原因……739b
银耳……717e
银坊……846b
银合欢……718c
银花……283f
银胶菊……41a; 719a
银色橡胶菊……719a
银叶山绿豆……720b
银叶山蚂蟥……720b
引种……720e
隐花狼尾草……721e
隐性核不育……225b
隐性基因定位……99a
印度矮生小麦……722e
印度草……48a
印度草木樨……37b
印度高粱……200d
印度豇豆……722a
印度科恩拜陀甘蔗研究所……190b
印度萝芙木……338c
印度麻……42d
印度棉……666d
印度农作物研究机构……722b
印度榕……41b
印度腥黑穗病……618f
印度圆果雀稗……530c
印度圆粒小麦……722e
印度种甘蔗……190d
英国黑麦草……143b
英国农作物研究机构……724e
英粒英粒子……773d
罂粟……725a
罂子粟……725a
缨小蜂……185c
鹰嘴豆……723a
鹰嘴黄芪……724b
鹰嘴紫云英……724b
萤蔺……116a
营养钵育苗……755e
营养生长……725d
营养诊断……902e
营养枝……388f
颖果……893f
影响灌浆的因素……213c
硬粒小麦……725e
硬粒型……769b
硬粒玉米……726d
硬苗柴胡……40c
硬籽……726d
优良基因重组与选择……900f
油白菜……736a
油菜……727a
油菜饼粕……734d
油菜病害……731f
油菜虫害……732e
油菜的感温性……738e
油菜的遗传和育种……733c
油菜低芥酸和低硫代葡萄糖甙育种……733e
油菜低芥酸育种……734a
油菜低硫代葡萄糖甙育种……734d
油菜冬壮春发……735c
油菜冻害……734e
油菜根……731e
油菜花……731f
油菜类型……735e
油菜品质育种……736e
油菜起源和传播……727a
油菜生产概况……727f
油菜生育特性……729f
油菜薹肥……737b
油菜萎缩不实症……737d
油菜温光反应……738d
油菜形态特征……728f
油菜野生种……745e
油菜荫角……739a
油菜用途及其综合利用……731c
油菜育苗移栽……739d
油菜育种……740a
油菜育种方法……740e
油菜育种简史……740a
油菜育种目标……740d
油菜原种生产……741e
油菜杂种优势利用……742a
油菜栽培……742f
油菜栽培种……744e

油菜直播……743a
油菜种间亲缘关系……736b
油菜种质资源……744e
油菜种子的化学组成……746c
油菜种子解剖结构……746b
油菜种子形态……746a
油菜种子休眠……746f
油菜种植制度……744a
油菜资源的收集和保存……745e
油菜籽……746a
油菜籽贮藏……747a
油瓜……749f
油辣菜……735f
油料加工……747c
油料作物……748f
油萝卜……305c; 735f
油麻……811b
油青菜……735f
油莎草……749c
油莎豆……749c
油苔……305a
油体……746c
油用大粒种胡麻……237c
油用型胡麻……237c
油炸马铃薯片……488d
油渣果……749f
油脂精炼……748d
油脂制取……747f
油状槟榔碱……25c
油籽贮藏……750c
油籽贮藏技术……750f
油籽贮藏原理……750c
油棕……751a
油棕起源与分布……751b
油棕生物学特征……751b
疣粒野生稻……706a
莜麦……727a
有毒饼粕……748f
有稃型……770d
有稃玉米……753c
有限花序……893c
有限回交……264e
有效分蘖……157b
有效积温……267c
有效温度……267c
诱变育种……753c
诱导方法……94a
诱发突变……565b
鼬荻……887b
余赤231—8……845f
余容……471c
鱼胆木……338b
鱼藤……754c
鱼藤根……754d
鱼腥藻……113e
俞启葆……754b
萸肉……470a
榆钱菠菜……468d
羽扇豆……755a
羽扇豆组根瘤菌……134a
羽状复叶……899a
雨露沤麻……428a
雨养型农业……221b
禹孙……803d
玉豆……312c; 442c
玉桂……461d
玉茭……756f
玉米……756f
玉米病害……760e
玉米不育化制种……762d
玉米虫害……763a
玉米的工业利用……764b
玉米分布与生产……757c
玉米粉……767a
玉米隔离区……764f
玉米灌溉……765c
玉米恢复系……765e
玉米加工……766a
玉米间作……767f
玉米抗病育种……768b
玉米涝害……768d
玉米类型……769a
玉米轮回选择……770e
玉米胚……764b; 767c
玉米配合力测定……772b
玉米品种……772f
玉米起源……773e
玉米群体改良……775c
玉米施肥……776c
玉米收获……776f
玉米丝黑穗病……761d
玉米套作……777b
玉米形态特征……758e
玉米雄花不育……777f
玉米移栽……780b
玉米遗传学……778e
玉米用途……757a
玉米油……764d
玉米圆斑病……761d
玉米杂交种选育……780d
玉米种子生产……781f
玉米蛀茎褐夜蛾……197e
玉米籽粒……757a
玉米自交系……782f
玉米族……773f
玉蜀黍……756f
玉丝皮……134f
玉竹……783d
郁金……784b
育成品种……436c
育苗……755c
育种成品的评价与测试……901a
育种程序……755f
育种方案的制定……900b
育种工作环节……900d
育种检验……399a
育种目标……900b
育种途径和方法……900c
《育种学杂志》……756e
育种中心……869e
预测预报……24f; 44c
预处理……747d
预试圃……41e
御谷……807b
《御题棉花图》……784e
元胡……686c; 785d
元麦……449f
元参……659d
元素……81e
袁隆平……785d
原丰早……844b
原棉……785f
原棉检验……400a
原棉消费和贸易……785f
原生质体培养……820a
原始材料圃……787c
原糖精炼……822d
原因变数……263d
圆果黄麻……256f
圆形苜蓿……412e
圆锥花序……893b
圆锥小麦……788c
圆锥须药草……48a
圆锥烟草……668d

远缘杂交……293a；**789a**
越南安息香…… 3c
越南清化肉桂……461e
云归…… 99f
云木香……**790e**
云南萝芙木……338b
云南小麦……**791c**
云香草……236b
芸豆……442b
芸芥……735f
芸薹…… 12a；736a
芸香甙……303e
耘耥……823b

Z

杂草防治……**792a**
杂车轴草……797b
杂交稻……**792f**
杂交稻高产结构与栽培要点……794c
杂交稻生物学特性……794a
杂交稻优良组合……847c
杂交稻制种……794d
杂交方式……**795c**
杂交后代处理……797a
杂交技术……796f
杂交小麦……**796c**
杂交育种……**796c**
杂交育种程序……756b
杂交种组配……780f
杂气……684a
杂三叶……**797b**
杂种大麦…… 89c
杂种高粱……**797c**
杂种小麦……**798f**
杂种186……132a
杂种优势……**800c**
栽培稻……**801a**
栽培二粒小麦……147c
栽培方式……861b
栽培管理……272e
栽培控制……877f
栽培品种……436c
栽培一粒小麦……710f
栽培中心……869e
栽培种花生……706d
再生稻……**801c**
再生高粱……**801e**
再生小麦……789c
褶耙……450a
藏红花……149e；**801f**
早稻……**802a**
早黄岩……119b
早生矮豌豆……570a
早熟禾……**802a**
早熟性的机理……802e
早熟育种……**802c**
早熟育种要点……803a
早烟…… 50e
枣椰子……697a
皂甙……562d
皂角甙……550a
造成秕谷的原因…… 19d
泽兰……**803d**
泽泻……116a；**803d**
摘心……389a
摘叶法……680e
窄刀种……349f
窄叶羽扇豆……755b
砦糖……119c
粘稻……**804b**
旃那……582f
斩蛇剑…… 48a
战捷术……697a
獐牙菜甙……470d
掌叶大黄…… 77d
掌状复叶……899a
胀果甘草……165d
障碍型冷害……198b
爪哇白豆蔻……**804c**
爪哇大豆……573a
爪哇葛藤……463f
爪哇香茅……590e
沼生田菁……549f
赵洪璋……**805a**
赵连芳……**805c**
照射量……160c
照射量率……160c
遮荫育苗……755f
折衷育秧……480d
浙贝母……**805e**
浙场9号……845d
浙场3号……845d
浙玄参……659d
蔗龟……185a
蔗茅属……191a
蔗田间作……189e
蔗田轮作……189d
蔗田培养食用菌……190a
蔗田套种……189e
蔗叶蓟马……185b
蔗渣……823a
蔗种贮藏……**806d**
珍农13选……119c
珍珠矮……845b
珍珠豆型花生……**807a**
珍珠粟……**807b**
珍珠粟起源……807c
珍珠粟生产和分布……807c
珍珠粟特征特性……807d
珍珠粟营养……808b
珍珠粟用途……808c
真叶……898d
镇压……809d
征集圃……787d
蒸炒……747f
蒸发浓缩……822b
蒸谷米……110b；**808e**
蒸腾量……659a
蒸腾系数……658d
整倍性变异……156a
整地……**808f**
整粒精米率……111b
整群抽样…… 45b
“正常型”种子……868a
正丁烯酞内酯……100d
正交试验设计……**809e**
正态分布……**810b**
支柱根……897d
芝……321b
芝麻……**811a**
芝麻病害……**813c**
芝麻菜……735f
芝麻成株期害虫……814d
芝麻虫害……**814b**
芝麻的分类……**814f**
芝麻的种植制度……**815a**
芝麻对环境条件的要求……812f
芝麻茎点枯病……813c
芝麻枯萎病……813e
芝麻苗期虫害……814c
芝麻起源与栽培史……811b
芝麻青枯病……813f
芝麻生产概况与贸易……811c

芝麻收获……………………817b
芝麻形态特征……………………811f
芝麻疫病……………………814a
芝麻用途……………………813a
芝麻油……………………815c
芝麻育种……………………815e
芝麻育种方法……………………816c
芝麻育种目标……………………816b
芝麻栽培……………………816e
芝麻种质资源……………………817b
芝麻渍害……………………817f
枝香……………………215e
知风草……………………818a
知母……………………818c
脂麻……………………811b
直长马唐……………………530c
直根系……………………897e
直立黄芪……………………467d
直立茎……………………898a
直链淀粉……………………111f
直山羊草……………………638f
直穗大麦草……………………430f
直线回归……………………587a
植豆……………………325c
植谷……………………49b
植棉简史……………………370c
植酸……………………32c
植物基因工程的应用……………………713d
植物检疫……………………24f
《植物遗传育种学》……………………818f
《植物育种》……………………819b
《植物育种杂志》……………………819b
植物甾醇……………………303e
植物组织培养……………………819c
植株矮化……………………1f
纸烟……………………677c
指数的非线性回归方程……………………155c
制浆……………………74b
制酱醋……………………820d
制酱与酱油……………………820d
制绳……………………276e
制糖……………………821d
制种……………………890c
质膜透性……………………296c
秩和测验……………………154e
中稻……………………823b
中非高粱……………………200e
中耕……………………823b
中国出版的农作物期刊……………………823d
中国大豆品种分类……………………824b
《中国大豆品种志》……………………824c
中国大豆区划……………………483d
《中国大豆育种与栽培》……………………824d
中国大麦区划……………………83f
中国大米质量标准……………………109d
中国稻作区……………………824f
《中国稻作学》……………………827d
《中国甘薯栽培学》……………………827e
中国甘薯种植区……………………827f
《中国甘蔗栽培学》……………………829b
中国高粱……………………194a；200d
中国高粱群……………………194b
中国高粱属有脉亚系……………………194b
《中国高粱栽培学》……………………829d
中国高粱种植区划……………………195f
《中国谷子品种志》……………………829e
《中国谷子栽培学》……………………829f
中国国家种质库……………………865a
中国果蔗品种……………………219c
中国花生区划……………………830a
《中国花生栽培学》……………………831b
中国粮饲轮作方式……………………318a
《中国绿肥》……………………831c
中国绿肥区划……………………831e
中国马铃薯区划……………………832f
中国芒……………………425c
中国棉花学会……………………834c
《中国棉花栽培学》……………………834e
中国棉区……………………834f
中国名晒烟……………………836e
中国农业科学院麻类研究所……………………838f
中国农业科学院棉花研究所……………………839a
中国农业科学院特产研究所……………………839c
中国农业科学院甜菜研究所……………………839d
中国农业科学院烟草研究所……………………839e
中国农业科学院油料作物研究所……………………839f
中国农业科学院作物品种资源研究所……………………840b
中国农业科学院作物育种栽培研究所……………………840c
中国农作物种植史……………………840e
中国普通大米分类……………………109a
中国水稻研究所……………………843a
《中国水稻栽培学》……………………843b
中国水稻主要优良品种……………………840c
《中国甜菜栽培学》……………………848a
中国甜菜种植区……………………848d
中国武鸣烟……………………318d
《中国香料植物栽培与加工》……………………850a
《中国小麦品种及其系谱》……………………850b
《中国小麦品种志》……………………850d
中国小麦栽培历史……………………612c
《中国小麦栽培学》……………………850f
中国小麦种植区划……………………851a
中国小麦著名品种……………………854d
《中国烟草栽培学》……………………856c
中国医学科学院药用植物资源开发研究所……………………856d
中国油菜分布……………………728d
《中国油菜栽培学》……………………856f
《中国玉米栽培学》……………………857a
中国育种工作成就……………………899e
中国栽培蔗……………………178e
中国植棉史……………………370e
中国种甘蔗……………………190c
中国种植业区划……………………857c
中国种植制度……………………862c
中国作物学会……………………859d
中花8号……………………119c
中华稻蝗……………………123c
中华稻作学会……………………859f
中华鼢鼠……………………497f
中间香型……………………684a
中间偃麦草……………………639b
中棉……………………666d
中宁枸杞……………………418c
中农4号……………………844d
中期库……………………864b
中日型植物……………………215a
中山1号……………………130c
中位数……………………439b
中西建夫……………………174d
中系7604……………………119c
中籼……………………844d
中央农业实验所……………………860a
中子……………………159e
钟麻……………………229b
肿柄菊……………………860e

种皮色及脐色的遗传………… 72d
种根……………………………879c
种质创新……………………863d
种质库………………………864b
种质资源……………………865b
种质资源保存………………867f
种质资源发展简史……………865d
种质资源工作概况……………866a
种质资源圃保存………………868c
种质资源收集………………869a
种质资源数据库……………870a
种质资源整理………………870e
种子……………………………894b
种子保存………………………868a
种子仓库……………………871b
种子处理……………………871e
种子的呼吸作用………………868b
种子法………………………872b
种子干燥……………………872e
种子根…………………………897d
种子公司……………………873c
种子含水量……868a; 872e; 875b
种子活力………………………876f
种子机械加工…………………874a
种子加工……………………873e
种子检验……………………874d
种子检验设备…………………871d
种子检疫……………………875c
种子健康状况…………………875b
种子寿命………………………876d
种子真实性……………………875a
种子贮藏……………………876a
种子贮藏生理………………876c
众数……………………………439c
种植方式……………………861b
种植密度……………………861c
种植制度……………………861e
种植制度类型…………………862a
重力纯度………………………184b
重皮……………………………233f
周可涌…………………………178e
周拾禄………………………876f
皱果苋…………………………358b
皱皮木瓜………………………562a
珠贝……………………………805e
株系……………………………662a
株型…………………………877b
株型的控制……………………877e
株型育种……………………878a
猪秧秧…………………………358f
猪油果…………………………749f
竹豆……………………………151d
竹系26…………………………844c
竹叶柴胡……………………… 40c
逐步回归方法………………878e
主流烟气………………………678c
煮浆…………………………… 74a
煮炼……………………………822b
苎麻…………………………878f
苎麻白纹羽病…………………881b
苎麻病害……………………881a
苎麻赤蛱蝶……………………881d
苎麻虫害……………………881d
苎麻根腐线虫病………………881a
苎麻黄蛱蝶……………………881e
苎麻立枯病……………………881b
苎麻起源和传播………………879a
苎麻青枯病……………………881c
苎麻生产与分布………………880e
苎麻生物学特性………………879f
苎麻收获……………………881f
苎麻天牛………………………881e
苎麻无性繁殖………………882b
苎麻纤维……………880d; **882e**
苎麻纤维化学成分……………882e
苎麻纤维结构…………………882e
苎麻纤维品质…………………882f
苎麻形态特征…………………879b
苎麻夜蛾………………………881d
苎麻栽培……………………883a
苎麻种质资源………………883e
苎麻种子繁殖………………884b
苎麻综合利用………………884d
助晶……………………………822b
贮藏的种子……………………876d
贮藏根…………………………879b
注量……………………………160c
专业性期刊……………………824a
转移抗性的回交法……………672e
庄稼……………………………420b
庄巧生………………………884e
装卸输送设备…………………871d
壮荚水…………………………226e
锥体离心式排种器……………547a
浊作法…………………………144c
资料整理………………………870f
子房柄…………………………246b
子棉…………………………889e
子叶……………………………898c
子叶色遗传…………………… 72e
姊妹系……………………580f; 662b
籽粒苋…………………………586c
紫草根…………………………287c
紫翠槐…………………………887b
紫大麦草………………………703b
紫花豆…………………………541f
紫花槐…………………………887b
紫花芦…………………………540e
紫花曼陀罗…………………… 12f
紫花苜蓿……………………885a
紫花豌豆………………………570a
紫狼尾草………………………601b
紫苜蓿…………………………885b
紫色的茜素……………………447d
紫苏…………………………886c
紫穗槐………………………887b
紫外线…………………………159f
紫菀…………………………887e
紫羊茅………………………888c
紫云英………………………888e
紫云英组根瘤菌………………134a
自变数…………………………263d
自发产生……………………… 94b
自发突变………………………565a
自交……………………………285a
自交不亲和系…………742e; **889f**
自交不亲和系的保持和繁
　殖……………………………890d
自交不亲和系的选育…………890b
自交不亲和性…………………889f
自交不亲和性的机制…………890a
自交系………………………890e
自交一代家系选择……………201d
自然保护区保存………………868d
自然干燥………………………872f
自然蜕变………………………154b
综合防治……………………… 44d
综合品种……………………890e
综合性期刊……………………823f
综合诊断………………………902e
棕榈酸…………………………100d
棕仁油…………………………753a
棕油……………………………752f
总体回归截距…………………587b

总状花序……………………893b
阻滞增长曲线……………………479e
组合选配和产量比较…………890c
组配单交种……………………781a
组配三交种……………………781b
组配双交种……………………781c
组群……………………………201b
组织蛋白………………………76b
组织培养(试管苗)法…………882d
祖德明……………………………890f
钻冬……………………………303a
最低温度………………………463a
最高温度………………………463a
最适温度………………………463a
最小显著差数法………………140c
醉仙桃…………………………12e
作哇……………………………809e
作物布局…………………………891b
作物产量…………………………891f
作物隔离………………………765b
《作物科学》………………………892e
《作物品种资源》…………………892e
作物生长率……………………478f
作物生殖器官……………………892f
作物试验设计……………………894c
《作物学报》………………………897a
作物营养器官……………………897b
作物育种…………………………899b
作物育种发展简史……………899b
《作物育种之原理与实施》……901c
《作物杂志》………………………901d
作物栽培学………………………901e
作物诊断…………………………902d

其 它

A. 德堪多………………………193c
A. 德·莫伊……………………563d
A. 恩格勒………………………133d
A. 默克…………………………608c
A. 史密斯………………………540c
A. 舒尔茨………………………641f
A. C. 狄尔曼…………………531d
A. C. 范施内文………………174c
A. G. 伯拉地拉………………192a
A. G. 亚历山大………………178e
A. L. 荷克……………………689f
A. O. 蒙迪布鲁………………139d
A. S. 马格拉夫………………550c
A. S. 威尔逊…………………606f
ASD 5…………………………119d
ASD 7…………………………119c
B. 密司拉………………………104a
B. 詹姆…………………………455c
B. C. 杜莫提尔………………641d
BG 90-2………………………119d
C 测验…………………………905c
C. 卡达诺………………………563d
C. 柯伦斯………………………581d
C. 科林斯………………………655d
C. 木赞姆………………………641d
C. 普林格………………………691e
C. C. 程………………………632d
C. D. 卡得纳…………………200f
CGIAR…………………………218d
CIMMYT………………………218a
CIP……………………………217a
C. P. 莫汉……………………434e
D. C. 哈勒尔…………………435f
D. E. 威伯尔…………………195e
D. J. 安德鲁斯………………200f
D. J. G. 科勒特……………655c
DNA……………………………904e
DPC……………………………101f
DV 85…………………………119c
E. 奥约特………………………547a
E. 鲍尔…………………………581d
E. 贾格夫………………………567a
E. 桑切斯—蒙格………………607c
E. F. 阿查德……………550c; 557e
E. R. 西尔斯…………………641e
E. W. 布朗蒂斯………………178f
F. 布莱特许奈得………………193f
F 测验……………………………904a
F. 高尔顿………………………563e
F. 柯尔尼克……………………528b
F. 苏特维岱……………………186f
F. 威尔科克逊…………………154e
F. 韦特斯泰因…………………581e
F. A. 哈伯德…………………528b
F. R. 米勒……………………540d
F. R. 派奈尔…………………103d
F. W. 马丁……………………174d
G. 奥尔森………………………139a
G. E. P. 博克斯……………549c
G. F. 斯普拉格………………430c
G. H. 哈代……………………537a
G. N. 阿杨格…………………200f
H. 多格特………………………200f
H. 威尔金斯……………………567a
H. A. 琼斯……………………655d
H. C. 瓦特森…………………552d
H. H. 茨维列夫………………641e
H. H. 弗雷德…………………632d
H. 11648………………………322f
IBPGR…………………………218c
ICARDA………………………216e
ICCPT…………………………337f
ICRISAT………………………216c
IIRR……………………………217e
IITA……………………………217c
IR 20…………………………119d
IR 24…………………………119b
IR 26…………………………119b
IR 29…………………………119c
IR 36…………………………119b
J. 哈钦森………………………133d
J. 杰斯维特……………………187a
J. 莱德柏格……………………581f
J. 麦基…………………………641f
J. 瓦特森………………………567a
J 型生长曲线…………………479c
J. A. 勃郎宁…………………144d
J. C. 米勒……………………174b
J. C. 斯蒂芬斯………………655d
J. D. 卡得尔…………………195e
J. D. 斯诺顿…………………193c
J. E. 巴列夫列………………144c
J. L. 维里莫连………………557e
J. M. 海克脱…………………528b
J. M. J. 戴维特…………194a; 523e
J. R. 哈兰……………………193f
J. T. 威廉斯…………………642b
K. 皮尔逊………………………563e
K. F. 高斯……………………563d
K. J. 弗莱……………………429e
L. 贝利…………………………528b
L. 斯克洛舍……………137d; 557f
L. A. 塔特姆…………………430c
M. 罗德斯………………………581e
m 元回归分析…………………263d
M. S. 钱奈维瑞阿赫…………641e
N. F. 詹森……………………144a
NS 型碾米机……………………108e
O. 温格…………………………607a

O．J．韦伯斯特……………200f
P．卡尔逊……………………545a
P．米凯利斯…………………581e
P．H．基里钦科……………528c
P_{tb}23 …………………………119c
R．富兰克林…………………567a
R．盖格………………………455c
R．赖利………………………637f
R．莫里斯……………………641e
R．A．费希尔………………563e
R．E．西尔斯………………637f
R．K．乔杜里………………144c
R．L．德斯冯坦斯…………641d
R．P．克罗斯顿……………642b
S型生长曲线…………………179e
S．L．埃姆斯韦勒…………655d
t 测验………………………904e
TKM6……………………………119c
TTC法……………………………296d
T．W．卡尔普…………………435f
u 测验………………………905c
V．大革马……………………166e
V．斯朵克……………………103a
W．贝特森……………………655c
W．伦波………………………606f
W．伦纳德……………………186f
W．温伯格……………………537a
W．M．鲍登…………………641e
W．M．比松…………………192b
W．S．戈塞特………………563e
x 射线…………………………159e
χ^2测验……………………905e
Z 测验…………………………905c
А．Ф．巴大林………………528b
В．Ф．道罗费耶夫…………641e
П．Л．切贝绍夫……………563e
α射线……………………………159f
β射线……………………………159f
β-草酰氨基丙氨酸………… 169c
β-二氨基丙酸………………465a
β-茯苓聚糖…………………161f
β-N-单草酰基-L-a…………465a
γ-射线…………………………159e
γ-五味子素……………………578e
11648 ……………………………322f
18β-甘草次酸………………166b
7-0-甲基莫罗忍冬甙…………470d

农作物拉汉名称对照

说　明

1．本对照收录全卷出现的农作物栽培种、半野生种、野生种以及农作物野生亲缘植物和农田杂草的名称。同种异名者，也都分别收录。

2．以拉丁学名的属名字顺为序排列，同属作物放在属名下仍以种名字顺为序排列。

A

Abutilon Mill. 苘麻属
  A. avicennae Gaertn. 苘麻
  A. theophrasti Medic. 苘麻
Acacia Mill. 金合欢属
  A. catechu Willd. 儿茶
  A. confusa Merr. 台湾相思
Acanthopanax Miq. 五加属
  A. senticosus (Rupr. et Maxim.) Harms 刺五加
Acer L. 槭属
  A. saccharum Marsh. 糖枫
Achyranthes L. 牛膝属
  A. bidentata Bl. 怀牛膝
Aconitum L. 乌头属
  A. carmichaeli Debx. 乌头
Aegilops L. 山羊草属
  A. aucheri Boiss 东方山羊草
  A. biunciahs Vis. 欧山羊草
  A. caudata L. 尾状山羊草
  A. comosa Sibth et Sm. 顶芒山羊草
  A. heldreichii Holzm 粗齿山羊草
  A. kotschyi Boiss 粘果山羊草
  A. longissima (Schw et Muschl.) Eig. 高大山羊草
  A. ovata L. 卵穗山羊草
  A. recta Zhuk. 直山羊草
  A. speltoides (Tansch) Gren. ex Richter 拟斯卑尔脱山羊草
  A. tauschii Coss Schmal 粗山羊草
  A. triaristate Willd. 三芒山羊草
  A. triuncialis L. 高果山羊草
  A. umbellulata Zhuk. 小伞山羊草
  A. ventricosa Tausch 偏凸山羊草
Aeschynomene L. 合萌属
  A. indica L. 合萌
Agave L. 龙舌兰属
  A. americana L. 番麻
  A. americana L. var. *inermis* 无刺番麻
  A. americana L. var. *varieogata* Nichols. 金边龙舌兰
  A. angustifolia Haw. 假菠罗麻
  A. sisalana Perr. 剑麻
  A. cantala Roxb. 马盖麻
  A. fourcroydes Lem. 灰叶剑麻
Agropyron Gaertn. 冰草属
  A. cristatum L. 冰草
Agrostis L. 剪股颖属
  A. alba L. 小糠草
Alisma L. 泽泻属
  A. orienlale (Sam.) Juzep. 泽泻
Alopecurus L. 看麦娘属
  A. aequalis Sobol. 看麦娘
Alternanthera Forsk. 虾钳菜属
  A. philoxeroides (Mart.) Griseb. 水花生
  A. philoxeroides 空心莲子草(革命草)
Alysicarpus Neck. ex Desv. 链荚豆属
  A. vaginalis (L.) DC. 链荚豆
Amaranthus L. 苋属
  A. caudatus L. 观赏苋(尾穗苋)
  A. cruentus L. 红苋
  A. hypochondriacus L. 千穗谷
  A. hybridus L. 绿穗苋
  A. paniculatus L. 饲用苋(繁穗苋)
  A. tricolor L. 苋菜
  A. viridis L. 野苋(皱果苋)
Ammannia L. 水苋菜属
  A. bacoifera L. 水苋菜(细叶水苋)
Amomum L. 豆蔻属
  A. compactum Soland. ex Maton 爪哇白豆蔻
  A. kravanh Pierre ex Gagnep. 泰国白豆蔻

A. longiligulare T.L. Wu 海南砂仁
A. villosum Lour. 春砂仁
A. villosum Lour. var. *xanthioides* (Wall. ex Baker)T. L. Wu et Senjen Chen 绿壳砂仁
Amorpha L. 紫穗槐属
A. fruticosa L. 紫穗槐
Anacardium L. 腰果属
A. occidentale L. 腰果
Andrographis Wall. 穿心莲属
A. paniculata (Burm. f.) Nees 穿心莲
Anemarrhena Bunge 知母属
A. asphodeloides Bunge 知母
Aneurolepidium chinese (Trin.) Kitagawa 羊草
Angelica L. 当归属
A. acutiloba (Sieb. et Zucc.) Kitag. 东当归
A. dahurica (Fisch.) Bench et Hook. 白芷
A. dahurica var. *formosasa* (Boiss) Shan et Yuan 杭白芷
A. sinensis (Oliv.) Diels 当归
Apocynum L. 罗布麻属
A. hendersoii (Hook.F.) Woodson 白罗布麻
A. lancifolium Rus 红罗布麻
Arachis L. 落花生属
A. hypogaea L. 栽培种花生
A. hypogaea ssp. *fastigiata* Waldron 疏枝亚种
A. hypogaea ssp. *hypogaea* 密枝亚种
A. hypogaea var. *fastigiata* 疏枝变种
A. hypogaea var. *hirsuta* Kohler 茸毛变种
A. hypogaea var. *hypogaea* 密枝变种
A. hypogaea var. *vulgaris* Harz 珠豆变种
Areca L. 槟榔属
A. cathecu L. 槟榔
Arrhenatherum Beauv. 燕麦草属
A. elatius (L.) Mert. et Koch 高燕麦草
Artemisia L. 蒿属
A. annua L. 黄龙蒿
Asarum L. 细辛属
A. heterotropoides Fr. Schmidt. var. *mandshuricum* (Maxim.) Kitagawa 东北细辛
A. sieboldii Miq. 华细辛
A. sieboldii Miq. var. *seoulense* Nakai 汉城细辛
Aster L. 紫菀属
A. tataricus L. f. 紫菀
Astragalus L. 紫云英属(黄芪属)
A. cicer L. 鹰嘴紫云英
A. dahuricus (Pall.) DC. 达呼里黄芪
A. huangheensis H.C. Fu. et Y.H.Liu. ssp. 沙打旺
A. melilotoides Pall. 草木樨黄芪
A. membranaceus (Fisch.) Bge. 黄芪
A. membranaceus (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 蒙古黄芪
A. sinicus L. 紫云英
Atractylodes DC. 苍术属
A. macrocephala Koidz. 白术
Atriplex L. 滨藜属
A. hortensis L. 山菠菜
Atropa L. 颠茄属
A. belladonna L. 颠茄
Aucklandia Falc. 云木香属
A. lappa Decne 云木香
Avena L. 燕麦属
A. abyssinica Hochst 阿比西尼亚燕麦
A. barbata Pott (Brot) 细燕麦
A. brevis Roth 短燕麦
A. byzantina (C. kock) Tell 地中海燕麦
A. canariensis 加拿瑞斯燕麦
A. clauda 不完全燕麦
A. damascena 大马士革燕麦
A. fatua L. 野燕麦
A. longiglumis Dur. 长颖燕麦
A. ludoviciana Dur. 野红燕麦
A. magna Tyrphy et Terrll 大燕麦
A. murphi Ladiginsky 墨菲燕麦
A. nuda L. 裸燕麦 大粒裸燕麦
A. nudibrevis Vavilov 裸粒短燕麦
A. orientalis Schreb 东方燕麦
A. pilosa Mals 长毛燕麦
A. prostrata 匍匐燕麦
A. sativa L. 普通燕麦
A. sterilis Algeriensis 栽培红燕麦
A. sterilis L. 野红燕麦
A. strigosa Schreb 砂燕麦
A. vaviloviana 瓦维洛夫燕麦
A. ventricosa Bal 偏肥燕麦
A. wiestii Steudel 泛斯梯燕麦
Axonopus Beauv. 地毯草属
A. compressus (Swartz) Beauv 地毯草
Azolla 满江红属
A. carolianina Willa 卡洲满江红
A. filiculoidis Lamk. 细叶满江红
A. imbricate (Roxb.) Nakai 中国满江红
A. japanica Fronch et Sav. 日本满江红
A. mexicana Presl. 墨西哥满江红
A. microphylla Kaulfuss 小叶满江红

A. *nilotica* Decaisne 尼罗满江红
A. *pinnata* B.Br. 羽叶满江红
A. *rubra* R. Broun 大洋洲满江红

B

Belamcanda Adans. 射干属
B. *chinensis* (L.) DC. 射干
Beta L. 甜菜属
B. *maritima* L. 滨海甜菜
B. *vulgaris* L. var. *cicla* L. 叶用甜菜
B. *vulgaris* L. var. *Crassa* Joh. 饲用甜菜
B. *vulgaris* L. var. c*ruenta* Alef. 根用甜菜
B. *vulgaris* L. var. s*accharifera* Alef. 糖用甜菜
Boehemeria Jacq. 苎麻属
B. *nivea* (L.) Gaud. 苎麻
B. *nivea* L. 白叶苎麻
B. *nivea* var. *tenacissima* (Gaud.) Miq. 绿叶苎麻
Brachiaria Griseb. 臂形草属
B. *brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf 旗草
B. *mutica* (Forsk) Stapf 巴拉草
B. *ramosa* (L.) Stapf 分枝臂形草
Brassica L. 芸薹属
B. *campestris* L. 白菜型油菜（芸薹 北方小油菜 波兰类型）
B. *campestris* var. *brown starson* Prain 褐籽沙逊油菜
B. *campestris* var. *chinensis* Mak. 南方油白菜（油白菜）
B. *campestris* var. *oleifera* f. *annua* 春油菜
B. *campestris* var. *oleifera* f. *biennis* 冬油菜
B. *campestris* var. *toria* Prain 托里亚油菜
B. *campestris* var. *yellow sarson* Prain 白菜型黄籽沙逊（黄籽沙逊）
B. *carinata* Braun. 埃塞俄比亚芥
B. *cernua* Forbes et Hemsl. *(B. juncea* var. *gracilis* Tsen et Lee) 细叶芥油菜
B. *chinensis* L. 油菜(南方油白菜)
B. *chinensis* var. *oleifera* Mak. 油白菜
B. *juncea* Coss. 芥菜 印度芥菜
B. *juncea* Czern. et Coss. 芥菜型油菜（大叶芹油菜）
B. *juncea* var. *gracilis* Tsen et Lee 细叶芥油菜
B. *napebrassica* L. 芜菁甘蓝
B. *napella* Chaix, B. *inapus* var. *napella* (Chaix) Olsson 日本油菜
B. *napus* L. 阿根廷型油菜
B. *nigra* Koch 黑芥（野生黑芥）
B. *oleracea* L. 甘蓝
B. *pekinensis* Rupr. 北京大白菜
B. *tournefortii* Gouan 洋基芥
B. *rapa* L. 芜菁
Bromus L. 雀麦属
B. *carthcarticus* Vahl, 偏穗雀麦
B. *inermis* Leyss. 无芒雀麦
Broussonetia L'Herit. ex Vent. 构属
B. *papyrifera* (L.) Vent. 构树
Bupleurum L. 柴胡属
B. *chinense* DC. 柴胡
B. *scorzonerifolium* Willd 狭叶柴胡

C

Cajanus DC. 木豆属
C. *cajan* (L.) Mill ssp. 木豆
C. *cajan* var. *bicolor* 木豆紫纹变种
C. *cajan* var. *flavus* 木豆黄花变种
Calanagrostis Adans. 拂子茅属
C. *epigejos* (L.) Roth 拂子茅
Callitriche L. 水马齿苋属
C. *stagnalis* 水马齿苋
Calopogonium 毛蔓豆属
C. *mucunoides* Dasv. 毛蔓豆
Cananga (DC.) Hook. f. et Thoms. 依兰属
C. *odorata* Hook. f. et Thoms. 依兰香
Cannabis L. 大麻属
C. *indica* 印度大麻
C. *ruderalis* 地大麻
C. *sativa* L. 普通大麻
Caragana Fabr. 锦鸡儿属
C. *intermedia* Kuang et H.C. Fu 中间锦鸡儿
C. *korshinskii* Kom. 柠条锦鸡儿
C. *microphylla* Lam. 小叶锦鸡儿
Carex L. 薹属
C. *rugulosa* Kük. 粗脉薹草
Carthamus L. 红花属
C. *tinctorius* L. 红花
C. *palaestinus* 巴勒斯坦红花
C. *flavescens* 波斯红花
Cassia L. 决明属
C. *acutifolia* Del. 尖叶番泻树
C. *angustifolia* Vahl. 狭叶番泻树
C. *occidentalis* L. 望江南
C. *tora* L. 决明

Castilloa
  C. elastica Cerv 美洲橡胶
Casurina Adans. 木麻黄属
  C. equisetifolia L. 木麻黄
Cenchrus L. 蒺藜草属
  C. ciliaris L. 纤毛蒺藜草
Centrosema (DC.) Benth. 距瓣豆属
  C. pubescens Benth 蝴蝶兰
Cephalanoplos Neck. 刺儿菜属
  C. segetum (Bunge) Kitam. 刺儿菜
Chaenomeles Lindl. 木瓜属
  C. sinesis (Thouin) Koehne 木瓜
  C. speciosa (Sweet) Nakai 贴梗木瓜
Changium H. Wolff 明党参属
  C. smyrnioides Wolff 明党参
Chenopodium L. 藜属
  C. album L. 藜
  C. quioa Willd. 藜谷
  C. serotinum L. 小藜
Chloris Sw. 虎尾草属
  C. gayana Kunth. 盖氏虎尾草
Chrysanthemum L. 菊属
  C. cineraiifolium Bocc. 除虫菊
  C. morifolium (Ramat.) Tzvel 菊花
Cicer L. 鹰嘴豆属
  C. carietinum L. 鹰嘴豆
Cinchona L. 金鸡纳属
  C. calisaya Wedd. 黄金鸡纳树
  C. ledgeriana Moens 列氏金鸡纳树
  C. officinalis L. 棕金鸡纳树
  C. succirubra Pav. 红金鸡纳树
Cinnamomum Trew. 樟属
  C. cassia presl. 肉桂
  C. lourerii Nees 清化肉桂
  C. zeylanicum Bl. 锡兰肉桂
Cocos L. 椰子属
  C. nucifera L. 椰子
  C. nucifera var. *anramtiaca* 王椰
  C. nucifera var. *Javania* 爪哇尼卡矮椰
  C. nucifera var. *nana* 那那矮椰
  C. nucifera var. *spicata* 斯皮卡塔高椰
  C. nucifera var. *typica* 蒂皮卡高椰
Codonopsis Wall. ex Roxb 党参属
  C. pilosula (Franch) Nannf. 党参
  C. pilosula Nannf. var. *modesta* (Nannf.) L.T. Shen 素花党参
  C. tangshen Oliv. 川党参
Coffea L. 咖啡属
  C. arabica L. 阿拉伯咖啡
  C. excelsa A. Chevalier 埃塞尔萨咖啡
  C. liberica Bull ex Hien 利比里亚咖啡
  C. robusta Link. 罗巴斯塔咖啡
Coix L. 薏苡属
  C. lacryma-jobi var. *frumentacea* Makino. 薏苡
Cola Schott ex Endl. 可乐果属
  C. acuminata Schott et Endl. 可拉
Commelina 鸭跖草属
  C. communis 鸭跖草
Convolvulus L. 旋花属
  C. arvonsis L. 田旋花
Coptis Salisb. 黄连属
  C. chinensis Franch. 黄连
  C. deltoidea C.Y. Cheng et Hsiao 三角叶黄连
Corchorus L. 黄麻属
  C. acutangularis L. 假黄麻
  C. capsularis L. 圆果黄麻
  C. olitorius L. 长果黄麻
Coronilla L. 小冠花属
  C. varia L. 多变小冠花
Corydalis Vent. 紫堇属
  C. yanhusuo W.T. Wang 延胡索
Crocus L. 番红花属
  C. sativus L. 番红花
Crotalaria L. 野百合属
  C. assumica Benth 大叶猪屎豆
  C. juncea L. 柽麻 印度麻
Curcuma L. 姜黄属
  C. longa L. 姜黄
  C. aeruginosa Roxb. 莪术
  C. wenyujin Y.H. Chen et C. Ling 温郁金
Cuscuta L. 菟丝子属
  C. chinensis 菟丝子
Cyathula Blume 杯苋属
  C. officinalis Kuan (Roth) Moq. 川牛膝
Cymbopogon Spreng. 香茅属
  C. nardus Rondle 锡兰香茅
  C. wintorianus Jowitt. 爪哇香茅
Cynodon Rich 狗牙根属
  C. dactylon (L.) Pars. 狗牙根
Cyperus L. 莎草属
  C. difformis 异型莎草
  C. esculentus L. 油莎草
  C. iria 碎末莎草(三方草)
  C. malaccensis Lam. var. *brivisfolius* Böcklr 短叶茳芏

D

Dactylis L. 鸭茅属
D. glomerata L. 鸡脚草
Datura L. 曼陀罗属
D. metel L. 白花曼陀罗
D. purpurea L. 紫花洋地黄
D. stramonium L. 普通曼陀罗
D. tatula L. 紫花曼陀罗
Derris Lour. 鱼藤属
D. ellipitica Benth. 鱼藤
D. malaccensis Prain. 马六甲鱼藤
D. trifoliata Lour. 三叶鱼藤
Desmodium Desv. 山蚂蝗属
D. intortum (Mill) Urb. 绿叶山绿豆
D. ovalifolium Wall. ·卵叶山绿豆
D. uncinatum (Jacq.) DC. 银叶山绿豆
Digitalis 毛地黄属
D. lanata Ehrh. 毛花洋地黄
D. purpurea L. 紫花洋地黄
Digitaria Haller 马唐属
D. adscendens (H.B.K.) Henrard 升马唐
D. californica 加利福尼亚马唐
D. decumbens Stent. 潘哥拉草
D. exilis Stapf 直长马唐
D. iburua Stapf 黑马唐
D. sanguinalis (L.) Scop. 马唐
Dioscorea L. 薯蓣属
D. opposita Thunb. 薯蓣
Dioscoreophyllum 夜落果属
D. cumminsii DC. 夜乐果
Dolichos L. 扁豆属
D. axillaris E. Mey 大结豆

E

Echinochloa Beauv. 稗属
E. colonum (L.) Link 光头稗(芒稷)
E. crusgalli (L.) Beauv. 稗
E. crusgalli var. *frumentacea* (Roxb.) Wright 食用稗
E. frumentacea Link. 食用稗
E. lecompositum L. 澳洲稗
Eguisetum 问荆属
E. arvense L. 问荆
Eichhornia Kunth 凤眼蓝属（凤眼莲属）
E. crassipes (Mart.) Solms 水葫芦（凤眼莲）
Elaeis Jacq. 油棕属
E. guineenis var. *dura* 杜拉
E. guineenis var. *macrocarpa* 刚果厚壳
E. guineenis var. *pisifera* 比西夫拉
E. oleifera Martiana 美洲油棕
Eleocharis R. Br. 荸荠属
E. yokoscensis 牛毛草(牛毛毡、绒毛头)
Eleusine Gaertn. 穇属
E. coracana (L.) Gaertn. 穇子
E. indica (L.) Gaertn. 蟋蟀草
Elymus L. 披碱草属
E. dahuricus Turcz. 披碱草
E. sibiricus L. 光芒麦
E. junceus Fisch 俄罗斯新麦草
Elytrigia Desv. 偃麦草属
E. elongata (Host) Nevski 长穗偃麦草
E. intermedia (Host) Nevski 中间偃麦草
E. repens (L.) Desv. 偃麦草
Eragrostis Beauv. 画眉草属
E. curvula Nees. 知风草
E. teflzucc Trotter 画眉草
Eremopyrum Jaub. et Spach 旱麦草属
Eriocaulon L. 谷精草属
Eriocaulon sieboldianum 赛谷精草
Eruca Mill. 芝麻菜属
E. sativa Mill. 芝麻菜(又称芸芥臭菜)
Eythroxylum P. Br. 古柯属
E. coca Lam var. *novogranatense* Berck. 古柯
Eucalyptus L'Herit. 桉属
E. exserta Muell. 窿缘桉
Euchlaena Schrad 类蜀黍属
E. mexicana Schrad 类蜀黍
Eucommia Oliv. 杜仲属
E. ulmoides Oliv. 杜仲

F

Fagopyrum Mill. 荞麦属
F. spp. 末荞
F. emarginatum Mtissner 翅荞
F. esculentum Moench 甜荞
F. tataricum (L.) Gaertn 苦荞
Festuca L. 羊茅属
F. arundinacea Schreb 苇状羊茅
F. elatior L. 牛尾草
F. ovina L. 羊茅
F. rubra L. 紫羊茅
Ficus L. 榕属
F. elastica Roxb 印度榕
Fimbristylis Vahl 飘拂草属
F. miliacea 日照飘拂草(水虱草)

Fritillaria L. 贝母属
F. cirrhosa D. Don 川贝母
F. delavayi Franch. 梭砂贝母
F. pallidiflora Schrenk. 伊贝母
F. przewalskii Maxim. 甘肃贝母
F. thunbergii Miq. 浙贝母
F. unibracteata Hsiao et K.C. Hsia. 暗紫贝母
F. ussuriensis Maxim. 平贝母
F. walujewii Regel. 新疆贝母
Funfunicia
F. elastica Stapf 丝胶

G

Galium L. 拉拉藤属
G. aparine L. 猪秧秧
Ganoderma 灵芝属
G. capense (Lioyd) Teng 薄盖灵芝
G. japonicum (Fr.) Lioyd 紫芝
G. lucidum (Leyss. ex Fr.) Karst. 灵芝
Gastrodia R.Br. 天麻属
G. elata Bl. 天麻
G. elata Bl. f. *viridis* Makino 绿天麻
Glehnia F. Schmidt 珊瑚菜属
G. littoralis F. Schmidt ex Miq. 珊瑚菜
Glycine Willd. 大豆属
G. gracilis Skv. 细茎大豆(半野生大豆)
G. gracilis Skvor. var. *vulgalis* 泥豆
G. javanica L. 威地大豆
G. max (L.) Merrill 大豆
G. soja f. *brevifolia* (Kom) L. Z. Wang 短叶野大豆
G. soja f. *lenearifolia* L. Z. Wang comb.nov 线叶野生大豆
G. soja f. *latifolia* L.Z. Wang 宽叶野生大豆
G. soja Sieb. et Zucc 野生大豆
G. soja var. *lanceolata* Skv. 狭叶野大豆
G. soja var. *ovata* Skv. 卵叶野生大豆
G. wightii (R. Grab.ex Wight and Arn.) Verdcout. 威地大豆
Glycyrrhiza L. 甘草属
G. glabra L. 尖果甘草
G. inflata Batal. 胀果甘草
G. uralensis Fisch. 甘草
Gossypium L. 棉属
G. anomalum Wawr. & Peyr. 异常棉
G. arboreum L. 亚洲棉
G. areysianum (Defl) Hutch. 亚雷西棉
G. aridum (Rose & Standl.) Skov. 旱地棉
G. armourianum Kearn 辣根棉
G. australe F. Muell. 澳洲棉
G. barbadence L. 海岛棉
G. barbadence L. var. *braziliense* 巴西棉
G. barbadence L. var. *darwinii* 达尔文棉
G. barbosanum 长须棉
G. bickii Prokh. 比克氏棉
G. capitis-viridis Mauer 绿顶棉
G. costulatum Tod. 皱壳棉
G. cunninghamii Tod. 坎宁安氏棉
G. darwinii Watt 达尔文氏棉
G. davidsonii Kell. 戴维逊氏棉
G. ellenbeckii (Gürke) Mauer 爱伦拜克氏棉
G. gossypioides (Ulbr.) Standl. 拟似棉
G. harknessii Brandg. 哈克尼亚棉
G. herbaceum L. 草棉(又名非洲棉)
G. herbaceum var. *africanum* (Watt) Maucr 非洲棉变种
G. hirsutum L. 陆地棉
G. incanum (Schwartz) Hillc. 灰白棉
G. klotzschianum Andress. 克劳次基棉
G. lanceolatum Tod. 茅叶棉
G. laxum Philips 松散棉
G. lobatum Gentry 裂片棉
G. longicalyx Hutch & Lee 长萼棉
G. mustelinum Miers ex Watt 黄褐棉
G. nelsonii Fryx. 纳尔逊棉
G. pilosum Fryx. 细毛棉
G. populifolium (Benth.) Tod. 杨叶棉
G. pulchellum (Gardn) Fryx. 小丽棉
G. purpurascens Poir 紫棉
G. ralmondii Ulbr. 雷蒙德氏棉
G. relegiosum L. 宗教棉
G. robinsonii F. Muell. 鲁滨逊氏棉
G. somalense (Gürke) Hutch 索马里棉
G. stocksii Mast. ex Hook. 斯托克西棉
G. sturtianum J.H. Willis 斯托提棉
G. sturtianum var. *nandewarense* (Derera) Fryx. 斯托提棉变种南德华棉
G. thurberi Tod. 瑟伯氏棉
G. tomentosum Nutt. ex Seen. 夏威夷棉
G. trilobum (DC.) Skov. 三裂棉
G. triphyllum (Harv. & Sand) Hochr. 三叶棉
G. turneri Fryx. 特纳氏棉
Guizotia Cass. 小葵子属
G. abyssinica Cass 小葵子

H

Haynardià L. 簇毛麦属
Helianthus L. 向日葵属
  H. annuus L. 栽培向日葵
Hemarthria R. Br. 牛鞭草属
  H. compressa (L.F.) R.Br. 扁穗牛鞭草
Hibiscus L. 木槿属
  H. cannabinus L. 红麻
Hodgsonia Hook. f. et Thoms. 油渣果属
  H. macrocarpa (Bl.) Cogn. 油渣果
Hordeum L. 大麦属
  H. bogdanii Wilensky 布顿大麦草
  H. brevisubulatum (Trin.) Link 野大麦.
  H. brevisubulatatum (Trin.) Link 短芒大麦草
  H. bulbosm L. 球茎大麦
  H. leporinum Link 兔唇大麦
  H. marinum Huds 滨海大麦
  H. murinum L. 灰毛大麦
  H. murinum Roem. & Schult 智利大麦
  H. nurinum L. 路旁大麦
  H. violaceum Boiss. et Huet. 紫大麦草
  H. vulgare (L.) Hsü 普通大麦
  H. vulgare ssp. *agriccrithon* Aberg emend Shao 半野生六棱大麦
  H. vulgare ssp. *distichon* Hsü. 二棱大麦
  H. vulgare ssp. *vülgare* Hsü. 多棱大麦
  H. vulgare ssp. *lagunculiforme* 瓶状大麦
  H. vulgare ssp. *spontaneum* C. Koch 半野生二棱大麦
  H. vulgare var. *coeleste* L. 裸大麦
  H. vulgare var. *ischnatherum* (Cosson) Thell 尖稃野大麦
  H. vulgare var. *ithaburense* (Boiss) Nâbělek 钝稃野大麦
  H. vulgare var. *proskowetzii* Nâbělek 芒稃野大麦
  H. vulgare var. *nudum* Shao 半野生六棱裸粒变种
  H. vulgare var. *nudum* Hook.t. 青稞
  H. vulgare var. *trifucatum* (Schlecht.) Alet 藏青稞
  H. zeocrithon 扇形大麦
Horea Aubl. 橡胶树属
  H. brasiliensis (Willd. ex.A.Juss) Muell. Arg. 巴西橡胶
Humulus L. 葎草属
H. lupulus L. 啤酒花
  H. lupulus L. var. *cordifolius* Maxim 蛇麻
  H. scandens (Lour.) Merr. 葎草

I

Illicium L. 八角属
  I. verum Hook. f. 八角茴香
Indigofera L. 槐蓝属
  I. endecaphylla Jacq. 铺地木蓝
  I. tinctoria L. 木蓝
  I. tinctoria L. 欧洲菘蓝
Ipomoea L. 番薯属
  I. batatas (Lam.) L. 甘薯栽培种
  I. frifida (H.B.K.) G. Don 三浅裂牵牛
  I. leucantha Jacq. 白花野牵牛
  I. littoralis Blume 海滨野牵牛
  I. setifera Poir 刺毛野牵牛
  I. trifida (H.B.K.) G. Don 三浅裂野牵牛
Isatis L. 菘蓝属
  I. indigotica Fort 菘蓝

J

Jasminum L. 素馨属
  J. grandiflorum L. 大花茉莉
  J. sambac (L.) Aiton 茉莉
Juncus L. 灯心草属
  J. effusus L. 灯心草

K

Kochia Roth 地肤属
  K. prostrata (L.) Schrad. 伏地肤
Kummerowia Schindl. 鸡眼草属
  K. striata Schindlr. 鸡眼草

L

Lactuca L. 莴苣属
  L. indic L. 苦菜
Lathyrus L. 香豌豆属
  L. cicera L. 扁荚山黧豆
  L. pratensis L. 山黧豆
  L. sativus L. 普通山黧豆
Lavandula L. 薰衣草属
  L. afficinalis Chaix 薰衣草
  L. angustifolia Mill. 薰衣草
  L. latifolia Medic. 宽叶薰衣草
  L. spica L. 薰衣草
  L. vera DC. 薰衣草
Lens Mill. 滨豆属
  L. culinaris L. 滨豆种之一

L. culinaris Medic. 滨豆
L. culinaris ssp. *macrosperma* (Baumg) Barulina 大粒亚种
L. culinaris ssp. *microsperma* (Baumg) Barulina 小粒亚种
L. ercoides L. 滨豆种之一
L. monbretii L. 滨豆种之一
L. orientalis L. 滨豆种之一
Lepironia Rich. 蒲草属
L. articulata (Retz.) Domin 蒲草
Leptochloa Beauv. 千金子属
L. chinensis (L.) Nees 千金子
Lespedeza Michx. 胡枝子属
L. bicolor Turcz. 二色胡枝子
L. cyrtobotrya Miq. 圆叶胡枝子
L. dahurica (Maxim) Schindl. 达呼里胡枝子
L. floribunda Bunge. 多花胡枝子
L. formosa (Vog.) Koehne 美丽胡枝子
L. hedysaroides (Pall) Kitagawa 细叶胡枝子
L. sericea Mig. 铁扫帚
L. tomentosa Sieb. 白花胡枝子
L. virgata D. DC. 细叶胡枝子
Leucaena Benth. 银合欢属
L. leucocephala (Lam) de Wit. 银合欢
L. glauca var. *sol* 新银合欢
Leymus Hochst. 赖草属（滨麦属）
Ligusticum L. 藁本属
L. chuan Xiong Hort. 川芎
Linum L. 亚麻属
L. usitatissimum L. 普通亚麻
L. angustifolium (2n=30) 野生亚麻
L. grandifolium (2n=16～17) 野生亚麻
L. perenne L. 多年生宿根亚麻
L. usitatissimum humile 开果亚麻
L. usitatissmum vulgare 闭果亚麻
Lolium L. 毒麦属 黑麦草属
L. multiflorum Lam. 多花黑麦草
L. perenne L. 多年生黑麦草
L. tomulontum L. 毒麦
Lonicera L. 忍冬属
L. confusa DC. 山银花
L. dasystyla Rehd 毛花柱忍冬
L. hypoglauca Miq. 红腺忍冬
L. japonica Thunb. 金银花
Lotus L. 百脉根属
L. corniculatus L. 百脉根
Lupinus L. 羽扇豆属
L. albus L. 白羽扇豆
L. angustifolius L. 蓝羽扇豆
L. luteus L. 黄羽扇豆
Lycium L. 枸杞属
L. barbarum L. 宁夏枸杞
L. chinense Mill. 枸杞
Lycopus L. 地笋属
L. europaeus L. 欧地瓜儿苗
L. lucidus Turcz. 地瓜儿苗
L. lucidus Turcz. var. *hirtus* Regel 毛叶地瓜儿苗

M

Macrocarpium (Spach) Nakai 山茱萸属
M. officinalis (Sieb. et Zucc.) Nakai 山茱萸
Macroptilium 翼豆属
M. atropureum (DC.) Urb. 大翼豆
Macrotyloma (Wight et Arn.) Verdc. 硬皮豆属
M. axillaris (E.Mey) Verdc. 大结豆
Magnolia L. 木兰属
M. officinalis Rehd. et Wils. 厚朴
M. officinalis Rehd. et Wils. var. *biloba* Rehd. et Wills. 凹叶厚朴
Manihot Mill. 木薯属
M. esculenta Crantz 木薯
M. glaziovii Muell 木薯橡胶
Marsilea 苹属
M. quadrifolia 四叶萍(田字萍)
Medicago L. 苜蓿属
M. archiclucis Nicoki G. Sirjaer 矩镰果苜蓿
M. falcata L. 黄花苜蓿
M. hispida Gaerth. 金花菜
M. lupulina L. 天蓝苜蓿
M. minima Bart 小苜蓿
M. orbicularis (L.) Bartal. 圆苜蓿
M. orbicularis Bart. 圆形苜蓿
M. sativa L. 紫花苜蓿
M. scutellata (L.) Mill 蜗牛苜蓿
M. tubercuata Willd 小瘤苜蓿
Melinis Beauv. 糖蜜草属
M. minutiflora Beauv. 糖蜜草
Melilotus Mill. 草木樨属
M. albus Desr. 白花草木樨
M. dentatus (W.K.) Pers. 细齿草木樨
M. indicus All. 印度草木樨
M. officialis (L.) Desr. 黄花草木樨
M. suaveolens Ledeb. 香草木樨
M. wolgieus Poir. 伏尔加草木樨
Mentha L. 薄荷属

M. haplocalyx Briq. var. *piperascens* (Malinv.) C.Y. Wu et H. W. Li. 薄荷
M. spicata (L.) Hudson 留兰香
Michelia L. 含笑属
M. macclurei var. *sublanea* Dandy 火力楠
Millettia Wight et Arn. 崖豆藤属
M. taiwaniana Hayata 台湾崖豆藤
Miscanthus Anderss. 芒属（荻属）
M. sacchariflеus (Maxim.) Benth. et Hook. f.荻
Monochoria C. Presl 雨久花属
M. vaginalis (Burm. f.) Presl ex Kunth 鸭舌草（兰花草）
Morinda L. 巴戟天属
M. officinalis How. 巴戟天
Mucuna Adans 黎豆属
M. cochinchinensis Lour. 龙爪黎豆
M. pruriens (L.) DC. var. *utilis* (Wall. ex Wight) Baker ex Burk 黎豆
Musa L. 巴蕉属
M. textilis Nees 蕉麻
Myroxylon 南美槐属
M. balsamum (L.) Harms. 吐鲁香
M. pereirae L. f. 秘鲁香

N

Najas L. 茨藻属
N. minor All 小茨藻
Nicotiana L. 烟草属
N. alata Link and Otta 花烟草
N. attenuata Torrey ex Watson 渐狭叶烟草
N. bigelovii (Torrey) Watson. 印度烟草
N. debneyi 野生烟草
N. glauca Graham 粉蓝烟草
N. paniculata L. 圆锥烟草
N. rustica L. 黄花烟草
N. sylvestris Spegazzini 林烟草
N. tabacum L. 普通烟草
N. tomentosiformis Goodspeed 绒毛状烟草
N. trigonophylla Donal 沙漠烟草
N. undulata Ruizand Pavon 波叶烟草

O

Ocimum L. 罗勒属
O. basilicum L. 罗勒
O. gratissilicum L. var. *suave* (Willa.) Hook. f. 丁香罗勒
Onobrgchis Mill 驴豆属
O. viciaefolia Scop. 红豆草
Ophiopogon Ker-Gawl. 沿阶草属
O. japonicus (L.f.) Ker-Gawl. 麦冬
Orobanche L. 列当属
O. aegyptiaca Pers 埃及列当
O. coerulescens Steph 列当
O. cumana 向日葵列当
Oryza L. 稻属
O. alta Swallen 高秆野生稻
O. australiensis Domin 澳洲野生稻
O. barthii A. Chev. 巴蒂野生稻
O. brachy antha A.Chev. et Roehr. 短药野生稻
O. eichingeri A. Peter 紧穗野生稻
O. formosa Masamune et Suzuki 普通野生稻
O. globerrima Steud 非洲栽培稻
O. glumaepatula Steud 长粒野生稻
O. grandiglumis (Doell) Prod. 重颖野生稻
O. granulata Nees et. Arn. ex Hook f. 颗粒野生稻
O. latifolia Desv. 宽叶野生稻
O. longiglumis Jansen 长护颖野生稻
O. longistaminata A Chen et Boehr 长药野生稻
O. meridionalis N.Q.Ng 南方野生稻
O. meyeriana (Zoll. et Morill ex Steud) Baill 疣粒野生稻
O. minuta J.S.Presl ex C.B.Presl 小粒野生稻
O. nivara Sharma et Shastry 尼瓦拉野生稻
O. officinalis Wall. ex Watt 药用野生稻
O. punctata Kotschy ex Steud 斑点野生稻
O. ridleyi Hook f. 马来野生稻
O. rufipogon W. Griffith 普通野生稻
O. sativa L. 亚洲栽培稻
O. sativa L. f. *spontanea* 普通栽培稻
O. sativa L. ssp. *hsien* Ting 籼亚种
O. sativa L.ssp. *indica* Kato 印度亚种（籼亚种）
O. sativa L.ssp. *japonica* Kato 日本亚种（粳亚种）
O. sativa L.ssp. *japonica* 爪哇亚种
O. sativa L.ssp. *keng* Ting 粳亚种
O. sativa L.ssp. *sinica* 中国亚种
O. schlechteri Pilger 极短粒野生稻

P

Paeonia L. 芍药属
P. cutea Franch 黄牡丹
P. delaveyu Franch 野牡丹
P. lactiflora Pall 芍药
P. obovata Maxim. 草芍药

P. suffruticosa Andr. 牡丹
P. veitchii Lyhch 川芍药
Panax L. 人参属
P. ginseng C.A.Meyer 人参
P. pseudo-ginseng var. *notoginseng* (Burkill) Hoo et Tseng 三七
P. hotoginseng (Burk.) F. H. Chen 三七种
P. quiquefolium L. 西洋参
P. schinseng Nees 人参
Panicum L. 黍属
P. maximum Jacq. 羊草 大黍
P. maximum var. *trichoglume* Eyles. 绿黍
P. muticmm Forsk. 巴拉草
P. purpurascens Raddi 巴拉草
P. miliaceum L. 黍
P. miliaceum ssp. *ruderale* (Kitag) Tzvel 野糜子
P. miliaceum var. *ruderale* Kitag 野糜子
P. ruderale (Kitag) Chang comb nov. 野糜子
P. sumatreuse Roth ex Roem. & Schult. 小黍
Papaver L. 罂粟属
P. somniferum L. 罂粟
Parthenium L. 银胶菊属
P. argentatum Gray 银胶菊
P. inconum 灰白毛银胶菊
P. tomentosum var. *stromonium* 曼陀罗银胶菊
Paspalum L. 雀稗属
P. dilatatum Poir. 毛花雀稗
P. disticum 双穗雀稗(二列雀稗)
P. plicatulum Michx. 棕籽雀稗
P. scrobiculatum Linn. 圆果雀稗
P. wettsteinii Hack. 宽叶雀稗
Pelargonium L' Hérit. 天竺葵属
P. geraniaceae L Hérit. 香叶天竺葵
P. roseum Willd. 粉色香叶天竺葵
P. vittifolium L' Hérit 葡萄叶香叶天竺葵
Pennisetum Rich. 狼尾草属
P. americana (L.) Leeke 珍珠粟
P. clandestinum Hochst. ex Chiov. 隐花狼尾草
P. glancum (L.) R.Br. Sens. Amer. Auet. 珍珠粟
P. purpureum Schumach. 象草
P. typhoides Stapf.et Hubb. 珍珠粟
Perilla L. 紫苏属
P. frutescens (L.) Britt. 荏
P. frutescens var. *arguta* (Benth) Hamd- Mazz 紫苏
Phalaris L. 虉草属
Ph. aguatica Syn.p. *tulerosa* 永生虉草
Ph. arundinacea L. 草芦
Ph. canarensis L. 金丝雀虉草
Ph. minor L. 小籽虉草
Phaseolus L. 菜豆属
Ph. atropurpureus DC. 大翼豆
Ph. calcalatus Roxb. 饭豆
Ph. lathyroides L. 紫花豆
Ph. lunatus L. 棉豆
Ph. multiflorus Willd. 多花菜豆
Ph. radiatus L. 绿豆
Ph. sativum var. *arvense* Poiret 谷实豌豆
Ph. sativum var. *arvense* 紫花豌豆
Ph. sativum var. *humile* Poiret 早生矮豌豆
Ph. sativum var. *macrocarpum* Ser. 软荚豌豆
Ph. sativum var. *sativum* 白花豌豆
Ph. sativum var. *limensis* 利马豆变种
Ph. sativum var. *lunatus* 雪豆变种
Ph. vulgaris L. 普通菜豆
Ph. vulgaris var. *chinensis* Hort. 普通菜豆软荚变种
Ph. yunnanensis Wang et Tang 野生绿豆
Phellodendron Rupr. 黄柏属
Ph. amurense Rupr. 黄柏
Ph. chinense Schneid 黄皮树
Phleum L. 梯牧草属
Ph. pratense L. 猫尾草
Phoenix L. 刺葵属
Ph. dactylifera L. 椰枣
Phragmites Trin. 芦苇属
Ph. communis 芦苇
Ph. communis Trin. Karka L. 普通芦苇(卡开芦)
Pinellia Ten. 半夏属
P. ternata (Thunb.) Breit. 半夏
Piper L. 胡椒属
P. nigrum L. 胡椒
P. petel L. 毕菝
Pistia L. 大漂属
P. stratiotes L. 水浮莲 大浮莲
Pisum L. 豌豆属
P. sativum L. 豌豆
Platycodon A. DC. 桔梗属
P. grandiflorus (Jacq.) A. DC. 桔梗
Poa L. 早熟禾属
P. pratensis L. 早熟禾
P. annua L. 早熟禾
Pocockia 扁蓄豆属
P. ruthenia (L.) Boiss. 扁蓄豆

Pogostemon Desf. 刺蕊草属
P. cablin (Blanco) Benth. 广藿香
Polygonatum Mill. 黄精属
P. odoratum (Mill.) Druce 玉竹
Polygonum L. 蓼属
P. convolvulus L. 荞麦蔓
P. cocoineus var. *albonanus* 白花丛生变种
P. cocoineus var. *albus* 白花荷兰蔓生变种
P. cocoineus var. *rubronanus* 红花丛生变种
P. aviculare L. 萹蓄
P. bungeanum 柳叶刺蓼
P. perfoliqtum 穿叶蔓
P. tinctorium Ait. 蓼蓝
Poria 卧孔菌属
P. cocos (Schw.) Wolf. 茯苓
Potamogeton L. 眼子菜属
P. distinctus 眼子菜(竹叶草)
Psathyrostatachys Hevski. 新麦草属
Pseudostellaria Pax 孩儿参属
P. heterophylla (Miq.) Pax ex Pax et Hoffm 太子参
Psophocarpus Neck. 四棱豆属
P. tetragonolobus (L.) DC. 四棱豆
Psoralea L. 补骨脂属
P. corylifolia L. 补骨脂
Pterocarpus L. 紫檀属
P. indicus Willd 印度紫檀
Puccinellia Parl. 碱茅属
P. chinampoensis Ohwi 朝鲜碱茅
P. tenuiflora (Turcz) Scribn & Merr 碱茅
Pueraria DC. 葛属
P. phaesoloides (Roxb.) Benth 三裂叶野葛
P. thunbergiana Benth. 葛藤

Q

Quisqualis L. 使君子属
Q. indica L. 使君子
Q. indica var. *villosa* Clarke 毛叶使君子

R

Raphanus L. 萝卜属
R. sativa L. 萝卜
R. sativa var. *oleifera* Mak. 油萝卜(又称茹菜、蓝花菜、蓝花子)
Rauvolfia L. 萝芙木
R. latifrons Tsiang 阔叶萝芙木
R. serpentina (L.) Benth. ex Kurz 印度萝芙木(又称蛇眼木)
R. tetraphylla L. 四眼萝芙木
R. verticillata (Lour.) Baill. 萝芙木
R. verticillata (Lour.) Baill. var. *officinalis* Tsiang 药用萝芙木
R. verticillata var. *hainanensis* Tsiang 海南萝芙木(变种)
R. vomitoria Afzel ex Sreng 催吐萝芙木
R. yunnanensis Tsiang 云南罗芙木
Rehmannia Libosch. ex Fisch. et Mey. 地黄属
R. glutinosa (Gaerth.) Libosch. 怀庆地黄
Rheum L. 大黄属
R. palmatum L. 大黄
R. officinale Baill 药用大黄
R. palmatum var. *tanguticum* ex Rgl. 唐古特大黄
Ricinus L. 蓖麻属
R. communis L. 蓖麻
Roegneria C.Koch 鹅观草属
R. ciliaris (Trin) Nevski 纤毛鹅观草
R. kamoji Ohwi 鹅观草
R. semicostata Kitagawa 弯穗鹅观草
Rosa L. 蔷薇属
R. centifolia L. 留叶蔷薇
R. damascena Mill. 突厥蔷薇
R. gallica L. 法国蔷薇
R. rugosa var. *plena* Reg. 玫瑰
Rotala L. 节节菜属
R. indica 节节菜
Rubia L. 茜草属
R. cordifolia L. 茜草
Rudbeckia L. 金光菊属
R. lancedata L. 肿柄菊

S

Saccharum L. 甘蔗属
S. barberi Jeswiet 印度甘蔗种
S. edule Hassk 甘蔗肉质花穗野生种(又称食穗种)
S. officinarum L. 热带甘蔗野生种 热带种甘蔗
S. robustum Brandeset Jeswiet 大茎野生种(又称伊里安野生种)
S. sinense Roxb. 中国种甘蔗
S. sinense Roxb. emend Jeswiet 中国甘蔗栽培种
S. spontaneum L. 割手密甘蔗野生种
Sagittaria L. 慈姑属
S. pygmaea 矮慈姑(瓜皮草)
S. sagittifolia var. *longiloda* 长瓣慈姑(野慈姑)

Salvia L. 鼠尾草属
S. miltiorrhiza Bge. 丹参
Schisandra Michx. 五味子属
S. chinensis (Turcz.) Baill 五味子
S. sphenanthera Rehd et Wils. 华中五味子
Scrophularia L. 玄参属
S. buergeriana Miq. 北玄参
S. ningpoensis Hemsl. 玄参
Scutellaria L. 黄芩属
S. baicalensis Georgi 黄芩
Silybum Adans. 水飞蓟属
S. marianum (L.) Gaertn. 水飞蓟
Schizonepeta Briq. 裂叶荆芥属
S. multifida (L.) Briq. 裂叶荆芥
S. tenuifolia (Benth.) Briq. 荆芥
Scirpus L. 藨草属
S. biconcavus 扁秆藨草
S. jancoides 萤蔺(枪杆草、葱草)
S. yagara 荆三棱(水三棱)
Secale L. 黑麦属
S. cereale L. 黑麦
'*S. montanum* Guss. 多年生野黑麦
Sechium P. Br. 佛手瓜属
S. edule (Jacq.) Swartz. 佛手瓜
Sesamun L. 胡麻属
S. indium L. 芝麻
S. orientale L. 芝麻
Sesbania Scop. 田菁属
S. aculeata Pers. 多刺田菁
S. aegyptiaca Pers. 埃及田菁
S. cannabina (Retz.) Pers. 普通田菁
S. cannabina Pers. 田菁
S. pabudosa Prain. 沼生田菁
S. grandiflora Pers. 大花田菁
Setaria Beauv. 狗尾草属
S. italica (L.) Beauv. 粟
S. pumila (Poir) Roem. & Sehult. 黄狗尾草
S. sphacelata (Schumach) Stapf & C.E. Hubb. 金狗尾草
S. viridis (L.) Beauv. 狗尾草
S. viridis var. *major* (Gaudin) Pospichol 谷莠子
Sinapis L. 欧白芥属
S. alba Goiss 白芥
Solanum L. 茄属
S. acaule Bitt. 马铃薯野生无茎种(无茎种)
S. andigenum Juz. 马铃薯安第斯亚种
S. chacoense Bitt. 恰柯种
S. demissum Linal. 落果种
S. goniocalyx Juz. et Buk. 多萼种
S. megistacrolobum Bitt. 大顶裂片种
S. phureja Juz. et Buk. 富利哈种
S. stenotomum Juz. et Buk. 窄刀种
S. stoloniferum Schletd et Bake. 匍枝种(野生匍枝种)
S. tuberosum group *phureja* 低山薯
S. tuberosum group *stenotomum* 高山薯
S. tuberosum L. 马铃薯种 马铃薯栽培种
S. tuberosum L. ssp. *tuberosum* L. 马铃薯亚种
S. tuberosum ssp. *andigena* (Juz. et Buk.) Hawkes 马铃薯安第斯亚种
S. vernei Bitt. et Wittm 维奈种
S. ×*ajanhuiri* Juz. et Buk. 阿江惠种
S. ×*chaucha* Juz. et Buk. 乔恰种
S. ×*curtilobum* Juz. et Buk. 短叶片种
S. ×*juzepczukii* Buk. 久慈普氏种
Sonchus L. 苦苣菜属
S. brachyotus DC. 苣荬菜
Sorghum Moench 高粱属
S. aethioplcum (Hack) Rupr 埃塞俄比亚高粱
S. arundinaceum (Desv) Stapf 类芦苇高粱
S. bicolor (L.) Moench 栽培种
S. bicolor (L.) Moench var. *succharafum* Kouern 糖高粱
S. bicolor ssp. *arundinaceum* (Desv.) de Wet & Har 野生高粱
S. bicolor ssp. *aruendinaceum* (Desv) de Wet et Harlan 类芦苇亚种
S. bicolor ssp. *bicolor* 栽培高粱亚种
S. bicolor ssp. *drummondii* (Sfeud) De wet 裂秆高粱亚种
S. bicolor var. *kaoliang* 中国高粱
S. halepense (L.) Pers 高粱野生种之一
S. nitidum (Vahl) Pers 光高粱
S. propinquum (Kunth) Hitche 拟高粱
S. vulgare sudanense (Pipes) Stapf 高粱野生种之一
S. verticilliflorum (Steud) Stapf 轮生花序高粱
Spartina Schreber 大米草属
S. altermflora Loiset 美洲互花米草
S. anglica C.E.Hubb. 大米草
S. maristma (Curtis) Fcrnald 欧洲海岸米草
Stellaria L. 繁缕属
S. media (L.) Cyr. 繁缕
Stevia Cav. 甜叶菊属
S. rebaudianum Bertoni 甜叶菊

Strobilanthes Bl. 马蓝属
S. cusia O.Ktze. 马蓝
Stylosanthes Sw. 笔花豆属
S. gracilis H.B. et K. 笔花豆(柱花草)
S. humilis H.B.K. 矮笔花豆
S. sundaica Taub 矮笔花豆
Styrax L. 安息香属
S. benzoin Dryand 苏门答腊安息香
S. tonkinensis (Pierre) Craib ex Hartwichk 安息香
Symphytum 聚合草属
S. pergrinum Ledeb. 聚合草
Syzygium 蒲桃属
S. aromaticum Baillon 丁香
S. samarangense (Bl.) Merr. et Perry 洋蒲桃

T

Taraxacum Weber. 蒲公英属
T. koksaghyz Rodin. 橡胶草
Tephrosia Pers. 灰叶属
T. candida DC. 白花灰叶豆
Thaumatococcus 西非竹竽属
T. danielli L. 西非竹竽
Thladiantha Bunge 赤爬属 罗汉果属
T. groevenorii (Swigle) Jeffrey 罗汉果
Tithònia Desf. ex Juss. 肿柄菊属
T. diversifolia A. Gray 肿柄菊
Theobroma L. 可可属
T. cacao L. 可可
Tremella 银耳属
T. fuciformis Berk. 银耳
Trichosanthes L. 栝楼属
T. kirilowii Maxim. 栝楼
Trifolium L. 三叶草属
T. alexandrinum L. 埃及三叶
T. fragiferum L. 草莓三叶
T. hybridum L. 杂三叶
T. incarnatum L. 绛三叶
T. lupinaster L. 野火球
T. pratense L. 红三叶
T. repens L. 白三叶
T. resupinatum L. 波斯三叶
T. subterraneum L. 地三叶
Trigonella L. 胡芦巴属
T. foenum-graecum L. 香豆子
T. foenumgraecum L. 胡芦巴
Tripsacum 摩擦禾属
T. laxum Nash. 危地马拉草
Triticosecale Wittmack 小黑麦
Triticum L. 小麦属
T. aestivum (L.) Thell 普通小麦
T. aestivum ssp. compactum (Host) MK. 密穗小麦亚种
T. aestivum spp. macha (Dek. et Men) MK. 玛卡小麦亚种
T. aestivum spp. spelta (L.) Thell 斯卑尔脱小麦亚种
T. aestivum spp. sphaerococoum (Perc.) 印度圆粒亚种
T. aestivum ssp. tibeticum Shao 西藏半野生小麦
T. aestivum ssp. vavilovi (Thum.) Sears 瓦维洛夫小麦亚种
T. aestivum ssp. vulgare (Vill.) MK. 普通小麦亚种
T. aestivum ssp. yunnanense Ring 云南小麦
T. aethiopicum Jakubz. 埃塞俄比亚小麦
T. agropyrotricum ssp. rerenue Cicin 多年生小麦
T. agropyrotricum ssp. submittas Cicin 再生小麦
T. araraticum Jakubz. 阿拉拉特小麦
T. bocoticum Boiss. 野生一粒小麦
T. carthlicum Nevski 波斯小麦
T. compactum Host 密穗小麦
T. dicoccoides (Körn. ex Aschers. et Graebn) Schweinf. 野生二粒小麦
T. dicoccum (Schrank.) Schuebl 栽培二粒小麦
T. durum Desf. 硬粒小麦
T. fungicidum Zhuk. 冯吉西杜姆小麦
T. georgicum Dek. 科希尔二粒小麦
T. ispahanicum Heslot 伊斯帕汗小麦
T. karamyschevii Nevski 科希尔二粒小麦
T. macha Dakapr. et Menabde 玛卡小麦
T. militinae Zhuk. et Migusch 密利提奈小麦
T. monococcum L. 栽培一粒小麦
T. monococcum (L.) MK. 一粒小麦
T. monococcum spp. Boeoticum (Boiss.) MK. 野生一粒小麦亚种
T. monococcum spp. monococcum 栽培一粒小麦亚种
T. orientale Perc. 东方小麦
T. paleo-colchicum Men. 小麦属四倍体种
T. persicum Vav. et Zhuk. 波斯小麦
T. persicum Vav. (T.carthlicum Nevski) 波斯小麦
T. petropavlovskyi Udacz. et Migusch. 新疆小

麦

T. polonicum L. 波兰小麦

T. sinskajae A. Filat. et Kurk. 辛斯卡娅小麦

T. spelta L. 斯卑尔脱小麦

T. sphaerococcum Perciv 印度圆粒小麦

T. timonovum Heslot et Ferrary 提莫诺乌小麦

T. timopheevi spp. *araraticum* (Jakubz) MK. 阿拉拉特小麦

T. timopheevi spp. *timopheevi* 提莫菲维小麦亚种

T. timopheevii Zhuk. 提莫菲维小麦

T. timopheevii (Zhuk.) MK. 提莫菲维小麦

T. turanicum Jakubz. 东方小麦

T. turgidum L. 圆锥小麦

T. turgidum (L.) Thell 圆锥小麦

T. turgidum spp. *carthlicum* (Nevski) MK. 波斯小麦亚种

T. turgidum spp. *dicoccoides* (Körn) Thell 野生二粒小麦亚种

T. turgidum spp. *dicoccum* (Sehrank) Thell 栽培二粒小麦亚种

T. turgidum spp. *paleocolchicum* (Men.) MK. 科尔希二粒小麦亚种

T. turgidum spp. *turgidum* 圆锥小麦亚种

T. utartu Thum. ex Gandil. 乌拉尔图小麦

T. urartu Thum. 乌拉尔图小麦

T. vavilovii Jakubz. 瓦维洛夫小麦

T. vavilovii (Thum.) Jakubz. 瓦维洛夫小麦

T. vulgare Host 普通小麦

T. zhukovskyi Menabde et Ericzjan 茹科夫斯基小麦

Tussilago L. 款冬属

T. farfara L. 款冬

Typha L. 香蒲属

T. angustata Bory et Chaub. 长苞香蒲

T. angustifolia L. 水烛香蒲

T. davidiana Hand. Mazz. 达氏香蒲

V

Vicia L. 蚕豆属 巢菜属

V. amoena Fisch. 山野豌豆

V. cracca L. 蓝花苕子

V. faba L. 蚕豆

V. sativa L. 箭筈豌豆

V. villosa L. 毛叶苕子

V. villosa Roth. 毛叶苕子

V. villosa var. *glabresens* Koch. 光叶苕子

Vigna Savi 豇豆属

V. angularis (Willd) Ohwi & Ohashi 小豆

V. angularis var. *nipponewis* (Ohui) Ohui Ohahi 小豆变种

V. cylindrica (L.) Skeels 乌豇豆

V. radiata (L.) Wilczek 绿豆

V. sinensis (L.) Savi. ex Hassk. 印度豇豆

V. umbellata (Thunb.) Ohui & Ohashi 饭豆

V. ungniculata (L.) Walp. 豇豆

V. ungniculata ssp. *cylindrica* (L.) Verda 短荚豇豆亚种

V. ungniculata ssp. *sesquipedalis* (L.) Verde 长豇豆亚种

V. ungniculata ssp. *unguiculata* Walp. 普通豇豆亚种

V. vaxillata (L.) Benth. 野生豇豆

X

Xanthium L. 苍耳属

X. sibiricum 苍耳

Z

Zea L. 玉蜀黍属

Z. mays amyleo saccharata Kulesh 甜粉型

Z. mays everta Sturt 爆裂型玉米

Z. mays indentata Sturt 马齿型玉米

Z. mays indurata Sturt 硬粒玉米(燧石型)

Z. mays L. 玉米

Z. mays saccharat Sturt 甜质型

Z. mays sinesis Kulesh 糯质型(蜡质型)玉米

Z. mays tunicata Sturt 有稃型

Zingiber Boehmer 姜属

Z. officinale (Willd.) Rosc. 姜

Zinnia L. 百日菊属

Z. pumila 矮百日草